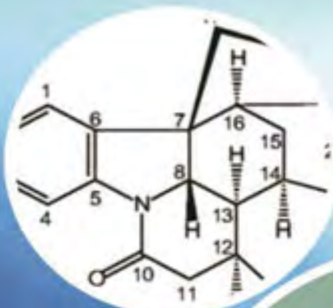
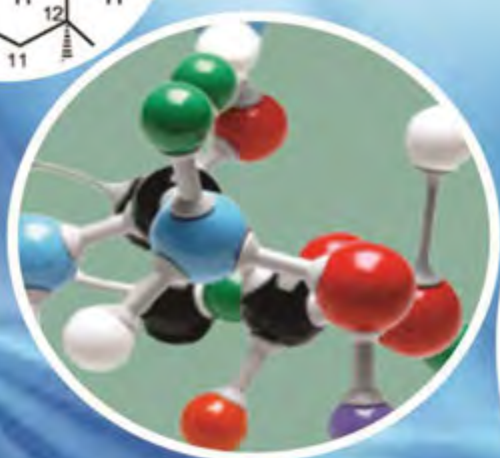
Buku Teks
Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Kimia Analis

Kimia Organik







KELAS
X
SEMESTER 1

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya modul / buku teks siswa yang berjudul Kimia Organik 1. Buku ini digunakan untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Teknik Kimia kelas 10 semester 1. Buku teks kimia organik 1 merupakan buku teks wajib yang disusun atas dasar Kurikulum 2013.

Kimia organik 1 menyajikan gagasan atau yang faktual sehingga tidak memungkinkan terjadinya multi tafsir. Penyampaiannya gagasan dan pengetahuan yang disampaikan bersifat konkret melalui pendefinisian konsep dan prinsip yang mendukung fakta tersebut.

Buku Kimia Organik Kelas X semester 1 untuk Pendidikan Menengah Kejuruan Program Keahlian Teknik Kimia ini disusun dengan tujuan memberi pengalaman konkret kepada peserta didik. Pembelajaran kimia organik melalui buku ini akan membentuk kemampuan peserta didik dalam menyajikan gagasan dan pengetahuan, penyelesaian permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari yang terkait, dan berlatih berfikir rasional, kritis, kreatif dan inovatif.

Sebagai bagian dari Kurikulum 2013 yang menekankan pentingnya keseimbangan kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan, kemampuan kimia organik yang dituntut dibentuk melalui pembelajaran berkelanjutan. Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, peserta didik diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya.

Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik dengan ketersedian kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL viii

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR PAKET KEAHLIAN KIMIA INDUSTRI ix

GLOSARIUM xi

I. Pendahuluan 1

A. Deskripsi 1

1. Pengertian 1
2. Rasional 1
3. Tujuan 1
4. Ruang Lingkup Materi 2
5. Prinsip-prinsip Belajar, Pembelajaran, dan Asesmen 3

B. Prasyarat 4

C. Petunjuk Penggunaan 4

D. Tujuan Akhir 5

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar 5

F. Cek Kemampuan Awal 7

II. PEMBELAJARAN 9

Kegiatan Pembelajaran 1. Jenis-Jenis Senyawa Hidrokarbon 9

A. Deskripsi 9

B. Kegiatan Belajar 9

1. Tujuan Pembelajaran 9
2. Uraian Materi 9
3. Refleksi 41
4. Tugas 43
5. Tes Formatif 49
C. Penilaian 50
1. Sikap 50
2. Keterampilan 55
3. Pengetahuan 59
Kegiatan Pembelajaran 2. Gugus Fungsional Turunan Senyawa Hidrokarbon 62
A. Deskripsi 62
B. Kegiatan pembelajaran 62
1. Tujuan Pembelajaran 62
2. Uraian Materi 62
3. Refleksi 105
4. Tugas 107
5. Tes Formatif 124
C. Penilaian 125
1. Sikap 125
2. Keterampilan 130
3. Pengetahuan 134
Kegiatan Pembelajaran 3. Reaksi Kimia Dalam Sintesis Senyawa Organik 137
A. Deskripsi 137
B. Kegiatan Belajar 137

1. Tujuan Pembelajaran 137
2. Uraian Materi 137
3. Refleksi 152
4. Tugas 154
5. Tes Formatif 160

C. Penilaian 161
1. Sikap 161
2. Keterampilan 166
3. Pengetahuan 170

Kegiatan Pembelajaran 4. Membuat Etanol Skala Laboratorium 172
A. Deskripsi 172
B. Kegiatan Belajar 172
1. Tujuan Pembelajaran 172
2. Uraian Materi 172
3. Refleksi 185
4. Tugas 187
5. Tes Formatif 194

C. Penilaian 195
1. Sikap 195
2. Keterampilan 200
3. Pengetahuan 204

Kegiatan Pembelajaran 5. Pembuatan Asam Asetat Skala Laboratorium 206
A. Deskripsi 206
B. Kegiatan Belajar 206

1. Tujuan Pembelajaran 206
2. Uraian Materi 206
3. Refleksi 225
4. Tugas 226
5. Tes Formatif 232
C. Penilaian 233
1. Sikap 233
2. Keterampilan 238
3. Pengetahuan 242
III. PENUTUP 244
DAFTAR PUSTAKA 245

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Empat ikatan kovalen dari molekul metana 11
Gambar 2. Rantai terbuka 12
Gambar 3. Rantai terbuka dan bercabang 12
Gambar 4. Rantai tertutup 13
Gambar 5. Strktur Kimia Butana 18
Gambar 6. Tata nama ester 66
Gambar 7. Jenis-jenis senyawa aldehida 67
Gambar 8. Tata nama senyawa aldehid 68
Gambar 9. Tata nama senyawa keton 70
Gambar 10. Bagan penggolongan lipida 83
Gambar 11. Minyak dan lemak dibedakan bentuknya 84
Gambar 12. Proses pengecilan ukuran dan pemasakan sebagai langkah awal proses liquifikasi 177
Gambar 13. Liquifikasi dan Sakarifikasi 178
Gambar 14. Fermentasi bahan baku bioethanol 179
Gambar 15. Sketsa proses penyulingan ethanol dengan alat konvensional 181
Gambar 16. Penyulingan (distilasi) etanol menggunakan distillator model kolom reflux 181
Gambar 17. Cairan etanol dari proses distilasi 182
Gambar 18. Bioetanol kadar 95-96 % (alkohol teknis) 182
Gambar 19. Pengukuran kadar etanol (alkohol) dengan alkoholmeter 183
Gambar 20. Limbah dari proses pembuatan alkohol 184
Gambar 21. Struktur kimia dan sifat-sifat fisis metanol 210
Gambar 22. Reaksi proses perubahan etanol menjadi asam asetat 218
Gambar 23. Reaksi pembentukan asam asetat melalui proses elektrolisis 222

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Suku pertama sampai dengan suku kesepuluh senyawa alkana 14
Tabel 2. Rumus struktur beberapa senyawa alkana 17
Tabel 3. Gugus alkil 20
Tabel 4. Tatanama senyawa asam karboksilat 72
Tabel 5. Daftar nama asam lemak yang telah teridentifikasi 85
Tabel 6. Kadar kolesterol pada berbagai makanan 94
Tabel 7. Konversi bahan baku tanaman menjadi etanol 174

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR PAKET KEAHLIAN KIMIA INDUSTRI

Dasar Kompetensi Kejuruan Kelas 10 Semester 1	**Dasar Kompetensi Kejuruan Kelas 10 Semester 2**
Simulasi Digital 1	Simulasi Digital 2
Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia 1	Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia 2
Analisis Kimia Dasar 1	Analisis Kimia Dasar 2
Kimia Organik 1*	Kimia Organik 2
Mikrobiologi 1	Mikrobiologi 2

↓

Paket Keahlian 2 : Kimia Industri Kelas 11 Semester 1	**Paket Keahlian 2 : Kimia Industri Kelas 11 Semester 2**
Azas Teknik Kimia 1	Azas Teknik Kimia
Alat Mesin Industri Kimia 1	Alat Mesin Industri Kimia
Oprasi Teknik Kimia 1	Oprasi Teknik Kimia
Proses Industri Kimia	Proses Industri Kimia

↓

Paket Keahlian 2 : Kimia Industri Kelas 12 Semester 1	**Paket Keahlian 2 : Kimia Industri Kelas 12 Semester 2**
Oprasi Teknik Kimia 3	Oprasi Teknik Kimia 4
Proses Industri Kimia 3	Proses Industri Kimia 4
Dasar Komputasi Proses dan Instrumen Kontrol 1	Dasar Komputasi Proses dan Instrumen Kontrol 2
Pengelolaan Industri Kimia Skala Kecil 1	Pengelolaan Industri Kimia Skala Kecil 2

* : Judul buku yang disusun

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR PAKET KEAHLIAN KIMIA ANALIS

Dasar Kompetensi Kejuruan Kelas 10 Semester 1	**Dasar Kompetensi Kejuruan Kelas 10 Semester 2**
Simulasi Digital 1	Simulasi Digital 2
Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia 1	Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia 2
Analisis Kimia Dasar 1	Analisis Kimia Dasar 2
Kimia Organik 1 *	Kimia Organik 2
Mikrobiologi 1	Mikrobiologi 2

Paket Keahlian 2 : Kimia Analisis Kelas 11 Semester 2	**Paket Keahlian 2 : Kimia Analisis Kelas 11 Semester 1**
Analisis Titrimetri dan Gravimetri 2	Analisis Titrimetri dan Gravimetri 1
Kimia Analitik Terapan 2	Kimia Analitik Terapan 1
Analisis Instrumen 2	Analisis Instrumen 1

Paket Keahlian 2 : Kimia Analisis Kelas 12 Semester 1	**Paket Keahlian 2 : Kimia Analisis Kelas 12 Semester 2**
Kimia Analitik Terapan 3	Kimia Analitik Terapan 4
Analisis Instrumen 3	Analisis Instrumen 4
Analisis KimiaTerpadu 1	Analisis KimiaTerpadu 2
Manajemen Laboratorium 1	Manajemen Laboratorium 2

* : Judul buku yang disusun

GLOSARIUM

Alkana : Suatu hidrokarbon jenuh yang paling sederhana merupakan suatu deret senyawa yang memenuhi rumus umum CnH_{2n+2}. Kadang-kadang alkana dinamakan parafin.

Alkena : Suatu hidrokarbon yang mengandung suatu ikatan rangkap dua antara dua atom C yang berurutan dengan rumus umum CnH_{2n}. Kadang-kadang alkena disebut olefin..

Alkuna : Merupakan deret senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang dalam tiap molekulnya mengandung satu ikatan rangkap 3 diantara dua atom C yang berurutan. Rumus umum CnH_{2n-2}

Alkohol : Turunan senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus umum R-OH. Strukturnya serupa dengan air, tetapi satu hidrogennya diganti dengan satu gugus alkil. Gugus fungsi alkohol adalah gugus hidroksil (-OH). Rumus umum senyawa ini adalah R-OH

Eter : Eter adalah senyawa yang mempunyai dua gugus organik melekat pada atom oksigen tunggal. Rumus umum eter ialah R-O-R’, yang R dan R’- nya bisa sama atau berbeda, gugusnya dapat berupa alkil atau aril

Keton : Suatu senyawa organik yang mempunyai sebuah gugus karbonil (C=O) terikat pada dua gugus alkil, dua gugus aril atau sebuah alkil dan sebuah aril. Sifat-sifat sama dengan aldehid. Rumus umum senyawa ini adalah R-CO-

Aldehida	:	Turunan senyawa hidrokarbon yang mengandung gugus karbonil (C=O) yang terikat pada sebuah atau dua buah unsur hidrogen. Rumus umum senyawa ini adalah R-COH
Asam karboksilat	:	Turunan senyawa hidrokarbon denngan gugus fungsinya adalah gugus karboksil, kependekan dari dua bagian yaitu gugus karbonil dan hidroksil. Rumus umum senyawa ini adalah R-COOH

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

1. Pengertian

Mata pelajaran kimia organik 1 merupakan kumpulan bahan kajian dan pembelajaran tentang identifikasi karakteristik jenis-jenis senyawa hidrokarbon, identifikasi karakteristik gugus fungisional, identifikasi jenis-jenis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik, pembuatan senyawa etanol skala laboratorium, dan pembuatan asam asetat skala laboratorium.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya termasuk dalam hal ini adalah keteraturan kimia organik. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam kimia organik membuktikan adanya kebesaran Tuhan. Aktifitas manusia dalam kehidupan tidak lepas dari gejala atau fenomena kimia organik. Fenomena kimia organik terdiri dari fenomena fisis dan kimiawi yaitu kejadian-kejadian yang didalamnya terdapat variabel fisis dan kimiawi. Kimia organik merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, bahkan bagi semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik termasuk dalam hal ini kimia organik, akan memberikan ketenangan bagi kehidupan makhluk hidup.

3. Tujuan

Mata pelajaran Kimia Organik bertujuan untuk:

a. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya, khususnya sumber daya alam dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhannya.
b. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;
c. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
d. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
e. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;

4. Ruang Lingkup Materi

a. Identifikasi Karakteristik Jenis-Jenis Senyawa Hidrokarbon
b. Identifikasi Karakteristik Gugus Fungisional
c. Identifikasi Jenis-Jenis Reaksi Kimia Dalam Sintesis Senyawa Organik
d. Pembuatan Senyawa Etanol Skala Laboratorium
e. Pembuatan Asam Asetat Skala Laboratorium

5. Prinsip-prinsip Belajar, Pembelajaran, dan Asesmen

a. Prinsip-prinsip Belajar

1) Berfokus pada siswa (*student center learning*),
2) Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, ketrampilan dan sikap
3) Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif

b. Pembelajaran

a) Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
b) Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang factual sampai ke yang bersifat hipotesis
c) Pengumpulan data (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data)
d) Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data)
e) Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media)

c. Penilaian/asesmen

a) Penilaian dilakukan berbasis kompetensi,
b) Peniaian tidak hanya mengukur kompetensi dasar tetapi juga kompetensi inti dan standar kompetensi lulusan.
c) Mendorong pemanfaatan penilaian portofolio yang dibuat siswa sebagai instrumen utama penilaian kinerja siswa pada pembelajaran di sekolah dan industri.

d) Penilaian dalam pembelajaran kimia organik dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran.
e) Aspek penilaian pembelajaan kimia organik meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa.
f) Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antarteman.
g) Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan.
h) Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

B. Prasyarat

Tidak ada persyaratan spesifik untuk menggunakan buku kimia organik 1 ini karena siswa Program Keahlian Teknik Kimia Kelas 10 Semester 1 wajib mengikuti mata pelajaran ini.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Buku kimia organik 1 digunakan untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Teknik Kimia Kelas 10 Semester Satu.
2. Siswa diharapkan membaca buku ini dan mengerjakan tes kemampuan awal serta tugas-tugas yang ada dalam buku ini.
3. Sebelum tuntas menyelesaikan satu kompetensi dasar (satu kegiatan pembelajaran) siswa tidak diperbolehkan melanjutkan pada kegiatan pembelajaran berikutnya.
4. Siswa dapat menyelesaikan buku ini baik melalui bimbingan guru ataupun belajar mandiri.

D. Tujuan Akhir

1. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah yang berkaitan dengan kimia organik untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit peralatan percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
2. Menguasai konsep dan dan mampu menerapkan prinsip kimia organik serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri khususnya dalam hal identifikasi karakteristik jenis-jenis senyawa hidrokarbon, identifikasi karakteristik gugus fungisional, identifikasi jenis-jenis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik, pembuatan senyawa etanol skala laboratorium dan pembuatan asam asetat skala laboratorium.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR*
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran kimia organik sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif, dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil pembelajaran praktik 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium kimia sebagai hasil dari pembelajaran praktik 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR*
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menganalisis jenis-jenis senyawa hidrokarbon 3.2 Menganalisis karakteristik gugus fungisional 3.3 Menganalisis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik 3.4 Menerapkan prinsip reaksi kimia dan proses fermentasi dalam pembuatan etanol skala laboratorium 3.5 Menerapkan prinsip reaksi kimia sintesis dalam pembuatan asam asetat skala laboratorium 3.6 Menerapkan reaksi esterifikasi dalam pembuatan senyawa ester / parfum skala laboratorium 3.7 Menerapkan reaksi tranesterifikasi dalam pembuatan biodiesel skala laboratorium 3.8 Menerapkan prinsip reaksi saponifikasi dalam proses pembuatan sabun opaq / transparan skala laboratorium 3.9 Menerapkan sifat karakteristik bahan dan proses pencampuran bahan kimia dalam pembuatan deterjen skala laboratorium 3.10 Menerapkan sifat karakteristik bahan dan prinsip pencampuran bahan kimia dalam pembuatan hand soap skala laboratorium
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Melaksanakan identifikasi karakteristik jenis-jenis senyawa hidrokarbon 4.2 Melaksanakan identifikasi karakteristik gugus fungisional 4.3 Melakanakan identifikasi jenis-jenis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik 4.4 Membuat senyawa etanol skala laboratorium 4.5 Membuat asam asetat skala laboratorium 4.6 Membuat senyawa senyawa ester / parfum skala laboratorium 4.7 Membuat biodiesel skala laboratorium 4.8 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam proses pembuatan sabun opaq / transparan skala laboratorium

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR*
	4.9 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan deterjen skala laboratorium 4.10 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium

* : Kompetensi dasar 3,6-3.10 dan 4.6 – 4.10 tidak ditulis dalam buku ini

F. Cek Kemampuan Awal

Berikan tanda silang (X) pada kolom "Ya" apabila deskripsi pengetahuan dan keterampilan telah terkuasai dan pada kolom, dan "tidak" jika deskripsi pengetahuan dan keterampilan belum terkuasai. Jika 100% dari deskripsi pengetahuan dan keterampilan telah anda kuasai maka Anda tidak perlu mempelajari modul ini, akan tetapi Anda perlu membuktikannya dengan menjawab pertanyaan evaluasi. Apabila Anda men jawab kurang dari 100% maka Anda perlu mempelajari modul ini.

No	Cek Kemampuan Awal	Ya	Tidak
	Pengetahuan		
1.	Mampu menganalisis jenis-jenis senyawa hidrokarbon	☐	☐
2.	Mampu menganalisis karakteristik gugus fungisional	☐	☐
3.	Mampu menganalisis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik	☐	☐
4.	Mampu menerapkan prinsip reaksi kimia dan proses fermentasi dalam pembuatan etanol skala laboratorium	☐	☐
5.	Mampu menerapkan prinsip reaksi kimia sintesis dalam pembuatan asam asetat skala laboratorium	☐	☐
	Keterampilan		
1.	Mampu melaksanakan identifikasi karakteristik jenis-jenis senyawa hidrokarbon	☐	☐

No	Cek Kemampuan Awal	Ya	Tidak
2.	Mampu melaksanakan identifikasi karakteristik gugus fungisional	☐	☐
3.	Mampu melakanakan identifikasi jenis-jenis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik	☐	☐
4.	Mampu membuat senyawa etanol skala laboratorium	☐	☐
5.	Mampu Membuat asam asetat skala laboratorium	☐	☐

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Jenis-Jenis Senyawa Hidrokarbon

A. Deskripsi

Kegiatan pembelajaran ini berisikan kajian baik prinsip, fakta, konsep dan prosedur mengenai jenis-jenis senyawa hidrokarbon meliputi alkana, alkena dan alkuna serta sifat-sifat yang dimiliki oleh senyawa tersebut seperti kondisi fisik, reaksi kimia yang dapat terjadi, dan penggunaan senyawa tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a) Menjelaskan jenis-jenis senyawa hidrokarbon alkana, alkena dan alkuna
b) Mengidentifikasi sifat-sifat dan karakteristik beberapa contoh senyawa alkana, alkena dan alkuna

2. Uraian Materi

Mengamati

Berkaitan dengan analisis jenis-jenis senyawa hidrokarbon, Anda ditugaskan mencari informasi melaui studi di perpustakaan, studi literatur di internet dan membaca modul ini. Untuk memudahkan Anda melalukan pengamatan maka Anda diminta untuk mengikuti langkah-langkah berikut.

a. Baca modul uraian materi pada KD 1 yang tentang jenis-jenis senyawa hidrokarbon
b. Coba gali informasi mengenai contoh-contoh senyawa alkana, alkena dan alkuna di perpustakaan atau di internet seperti gas LPG dan gas etilena,

Mengamati

Pengamatan senyawa hidrokarbon dalam tabung gas LPG baik yang 12,5 kg maupun yang 3,5 kg.

a. Amati label tabung gas yang ada di rumahmu atau yang ada disekolahan? Informasi apa saja yang Anda dapatkan dari label tabung gas tersebut.
b. Tulis jenis senyawa kimia dan rumus kimianya bahan bakar gas tersebut.
c. Tulis minimal 5 sifat-sifat bahan bakar gas (LPG).
d. Cocokan dengan teori mengenai sifat-sifat alkana jika ada yang tidak sesuai tanyakan pada guru pembimbing.

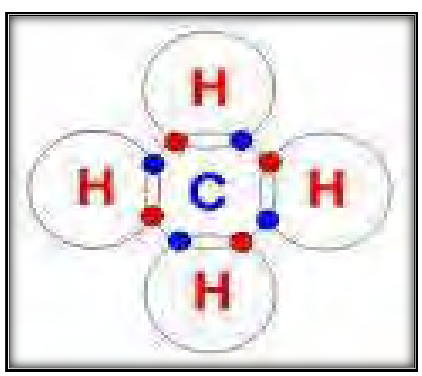
Hasil pengamatan tabung LPG 12,5 kg dan 3,5 kg

………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………

a. Ruang Lingkup Kimia Organik

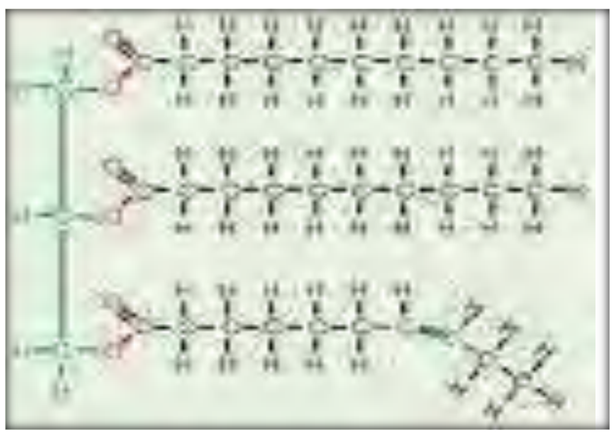
Kimia organik merupakan mata pelajaran yang berisi tentang struktur, sifat, komposisi, reaksi, dan sintesis senyawa organik. Tahukan Anda perbedaan senyawa organik dan anorganik ? Senyawa organik tersusun dari karbon dan hidrogen, dan dapat mengandung unsur-unsur lain seperti nitrogen, oksigen, fosfor, dan belerang. Senyawa organik adalah senyawa kimia yang molekulnya mengandung karbon, kecuali karbida, karbonat, dan oksida karbon. Pembeda kimia organik dan anorganik adalah ada-tidaknya ikatan karbon-hidrogen, sehingga asam format, asam lemak termasuk senyawa organik sedangkan asam karbonat termasuk anorganik.

Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang terdiri dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H). Seluruh hidrokarbon memiliki rantai karbon dan atom-atom hidrogen yang berikatan rantai-rantai tersebut. Misal jika rantai karbonnya terbuka disebut senyawa karbon alifatik seperti hidrokarbon golongan alkana, alkena dan alkuna sedangkan rantai karbonnya tertutup disebut senyawa karbon alisiklik seperti senyawa siklopentana dan aromatik seperti senyawa benzena. Atom karbon (C) dengan nomor atom 6 mempunyai susunan elektron K=2 dan L=4. Atom karbon mempunyai 4 elektron valensi dan dapat membentuk empat ikatan kovalen. Sebagai contoh, molekul CH_4 (metana) yang memiliki diagram yang cukup sederhana dibawah ini.

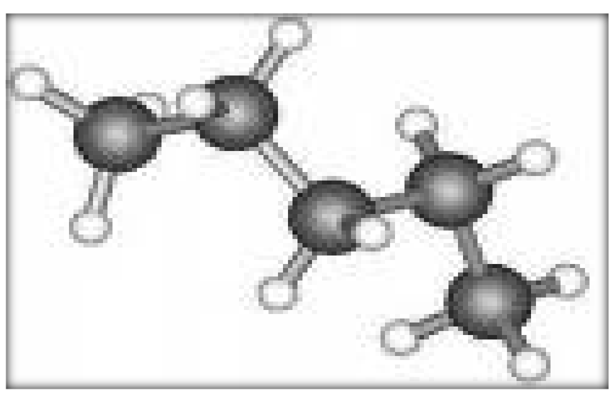


Gambar 1. Empat ikatan kovalen dari molekul metana

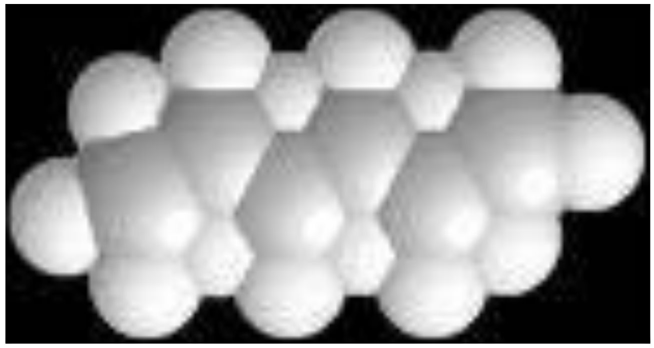
Atom karbon juga dapat membentuk ikatan dengan atom karbon lain untuk membentuk rantai karbon yang terbuka, bercabang dan tertutup. Kini kita dapat mulai membuat klasifikasi hidrokarbon, yang merupakan senyawa yang *hanya* tersusun oleh karbon dan hidrogen. Senyawa-senyawa karbon lainnya dapat dipandang sebagai turunan dari hidrokarbon ini. Hidrokarbon dapat dibagi menjadi dua kelompok utama: ***hidrokarbon alifatik* dan *hidrokarbon aromatik***. Termasuk di kelompok pertama adalah senyawa yang berantai lurus, berantai cabang dan rantai melingkar. Kelompok kedua, *hidrokarbon aromatik,* biasanya mengandung cincin atom karbon yang sangat stabil. Dapatlah sekarang dimengerti bahwa jumlah senyawa karbon demikian banyaknya walaupun jumlah jenis unsur pembentuknya sedikit.



Gambar 2.Rantai terbuka



Gambar 3.Rantai terbuka dan bercabang



Gambar 4. Rantai tertutup

Berdasarkan kelipatan ikatan karbon-karbonnya, hidrokarbon alifatik masih dapat dibedakan lagi menjadi dua sub-kelompok, yakni **hidrokarbon *jenuh*** yang mengandung ikatan tunggal, dan **hidrokarbon *tak jenuh*** yang mengandung paling sedikit satu ikatan rangkap dua, atau satu ikatan rangkap tiga. Karena senyawa hidrokarbon terdiri atas karbon dan hidrogen, maka salah satu bagian dari ilmu kimia yang membahas segala sesuatu tentang senyawa hidrokarbon disebut ***kimia karbon***. Dulu ilmu kimia karbon disebut **kimia organik**, karena senyawa-senyawanya dianggap hanya dapat diperoleh dari tubuh makhluk hidup dan tidak dapat disintesis dalam pabrik.

Setelah keberhasilan Wohler membuat senyawa karbon, banyaklah sarjana lain yang mencoba membuat senyawa karbon dari senyawa anorganik. Lambat laun teori tentang arti *hidup* hilang dan orang hanya menggunakan kimia organik sebagai nama saja tanpa disesuaikan dengan arti yang sesungguhnya. Sejak saat itu banyak senyawa karbon berhasil disintesis dan hingga sekarang lebih dari 2 juta senyawa karbon dikenal orang dan terus bertambah setiap harinya.

Selain perbedaan jumlah yang sangat mencolok yang menyebabkan kimia karbon dibicarakan secara tersendiri, karena memang terdapat perbedaan yang sangat besar antara senyawa karbon dan senyawa anorganik.

Hidrokarbon adalah sejenis senyawa yang banyak terdapat dialam sebagai minyak bumi. Indonesia banyak menghasilkan senyawa ini dalam bentuk minyak bumi yang mempunyai nilai ekonomi tinggi.

Senyawa hidrokarbon terdiri dari :

1) Alkana (C_nH_{2n+2})
2) Alkena (C_nH_{2n})
3) Alkuna (C_nH_{2n-2})

b. Alkana

Alkana merupakan hidrokarbon jenuh yang paling sederhana merupakan suatu deret senyawa yang memenuhi rumus umum CnH_{2n+2} yang dinamakan alkana atau parafin. Suku pertama sampai dengan suku kesepuluh senyawa alkana dapat kita peroleh dengan mensubstitusikan harga n kedalam rumus tersebut,dengan n merupakan bilangan asli adalah jumlah atom C yang ada. Hasil lengkapnya tertulis dalam Tabel berikut.

Tabel 1. Suku pertama sampai dengan suku kesepuluh senyawa alkana

Suku ke	Rumus Molekul	Nama	Titik Didih (°C/1 atm)	Massa 1 mol dalam g
1	CH_4	metana	-161	16
2	C_2H_6	etana	-89	30
3	C_3H_8	propana	-44	44
4	C_4H_{10}	butana	-0.5	58
5	C_5H_{12}	pentana	36	72
6	C_6H_{14}	heksana	68	86
7	C_7H_{16}	heptana	98	140
8	C_8H_{18}	oktana	125	114
9	C_9H_{20}	nonana	151	128
10	$C_{10}H_{22}$	dekana	174	142

Amati Tabel 1 di atas. Informasi apa yang dapat anda dapatkan dari kolom rumus molekol, nama dan massa 1 mol.

- Perbedaan rumus molekol antara baris yang satu dengan baris berikutnya : ……………………………………………………………………………..
- Perbedaan nama senyawa alkana antara baris yang satu dengan baris berikutnya : ……………………………………………………………………………..
- Perbedaan titik didih enyawa alkana antara baris yang satu dengan baris berikutnya : ……………………………………………………………………
- Perbedaan massa 1 mol senyawa alkanal antara baris yang satu dengan baris berikutnya : ……………………………………………………………………

Selisih masa 1 mol antara suku satu dan suku berikutnya selalu sama, yaitu satu C dan dua H atau 14 satuan massa atom, sehingga membentuk *deret homolog* (deret sepancaran). Ternyata banyak senyawa-senyawa karbon yang merupakan deret seperti alkana seperti yang akan kita pelajari nanti. Untuk dapat memberi nama pada suku-suku alkana, dapat dilakukan dengan memperhatikan nama setiap suku itu dan nama umumnya.

Metana dan alkana apanya yang sama? Keduanya memiliki akhiran **–ana**, jadi **alk-** diganti dengan ***met-*** untuk suku pertama. Untuk suku kedua diganti dengan ***et-*,** suku ketiga dengan ***prop-*,** suku keempat dengan ***but-*,** mulai suku kelima dan seterusnya diberi awalan angka-angka Latin; ***pent-*** untuk 5, ***heks-*** untuk 6, ***hept*** untuk 7, ***okt-*** untuk 8, ***non-*** untuk 9, dan ***dek-*** untuk 10 . Hasil penamaan sudah dapat dilihat pada tabel di atas. Kita harus betul-betul menguasai nama-nama dari kesepuluh alkana yang sederhana ini karena akan merupakan dasar bagi penamaan senyawa-senyawa karbon lainnya.

Alkana-alkana penting sebagai bahan bakar dan sebagai bahan mentah untuk mensintesis senyawa-senyawa karbon lainnya. Seperti disebut dimuka, alkana banyak terdapat dalam minyak bumi, dan dapat dipisahkan

menjadi bagian-bagiannya dengan destilasibertingkat. Suku pertama sampai dengan keempat senyawa alkana (metana sampai butana) berwujud gas pada temperatur kamar.

Metana biasa disebut juga gas alam yang banyak digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga/industri. Gas propana, dapat dicairkan pada tekanan tinggi dan digunakan pula sebagai bahan bakar yang disebut LPG (*Liquified Petroleum Gas*). LPG dijual dalam tangki-tangki baja dan diedarkan ke rumah-rumah. Gas butana lebih mudah mencair daripada propana dan digunakan sebagai "geretan" rokok dan sering digunakan sebagai bahan bakar pada pematik api.

Oktana mempunyai titik didih yang tempatnya berada dalam lingkungan bahan bakar motor. Alkana-alkana yang bersuhu tinggi terdapat dalam kerosin (minyak tanah), bahan bakar diesel, bahan pelumas, dan parafin yang banyak digunakan untuk membuat lilin.

Bagaimana sifat-sifat senyawa karbon yang termasuk dalam satu deret homolog ? Perhatikan Tabel 1. di atas di mana terdapat salah satu sifat, yaitu titik didih. Titik didih semakin tinggi jika massa molekul relatifnya makin besar. Hal ini berarti bahwa pada suhu kamar, wujudnya akan berubah dari gas ke cair kemudian padat.

Tahukah Anda rumus molekol dan rumus struktur? Dalam kimia karbon adalah penting bagi kita untuk dapat menuliskan *rumus molekul* dan *rumus struktur*. **Rumus molekul** menyatakan banyaknya atom setiap unsur yang ada dalam suatu molekul. Sedangkan **rumus struktur** menggambarkan bagaimana atom-atom itu terikat satu sama lain. Karena atom karbon merupakan tulang punggung dari semua senyawa karbon, maka kita harus mampu menggambarkan rangka karbon dalam suatu molekul senyawa karbon. Setiap atom karbon dikelilingi secara *tetrahedral* oleh atom-atom yang terikat dalam gambaran tiga dimensi, tetapi biasanya

molekul-molekul senyawa karbon cukup digambarkan dengan tampilan dua dimensi saja.

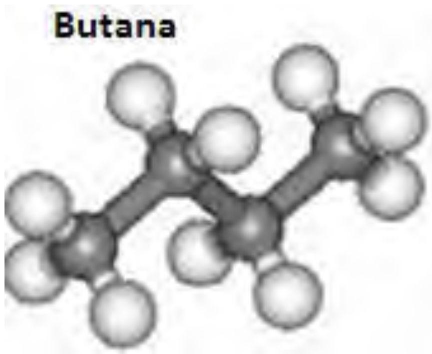
Tabel 2. Rumus struktur beberapa senyawa alkana

<table>
<tr><th>Nama</th><th>Rumus Molekol</th><th>Rumus Struktur</th></tr>
<tr><td>metana</td><td>CH_4</td><td>H
|
H - C - H
|
H</td></tr>
<tr><td>etana</td><td>C_2H_6</td><td>H H
| |
H - C - C - H
| |
H H</td></tr>
<tr><td>propana</td><td>C_3H_8</td><td>H H H
| | |
H - C - C - C - H
| | |
H H H</td></tr>
<tr><td>butana</td><td>C_4H_{14}</td><td>H H H H
| | | |
H - C - C - C - C - H
| | | |
H H H H</td></tr>
</table>

Penggambaran rantai struktur senyawa ini sebenarnya mudah. Bila rantai karbonnya panjang atau bercabang, maka setelah kita buat rangka atom karbonnya tinggal membubuhkan atom-atom hidrogen pada ikatan atom karbon yang masih kosong.

Contoh : molekul butana. Pertama sekali, dibuat rangkanya yang terdiri dari 4 atom karbon yang diletakkan berdampingan. Selanjutnya, atom-atom hidrogennya diletakkan pada masing-masing atom karbonnya. Bentuk butana dalam ruang sesunggunhya adalah seperti yang ditampilkan oleh g

Buatalah struktur butana dan heptana dengan menggunakan molymod ! Mulailah dengan membuat rangkaian dua atom karbon kemudian Anda lenkapi dengan atom yang lain sehingga terbentuk butana.



Gambar 5. Strktur Kimia Butana

Kalau kita membuat molekul butana dengan molymod, terlihat bahwa rantai karbonnya tidak benar-benar lurus seperti rumus strukturnya, karena atom karbon tetrahedral mencegah gambaran rantai karbon lurus. Kebanyakan yang kita tuliskan adalah rumus struktur yang lebih sederhana lagi yaitu:

CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 atau $CH_3CH_2CH_2CH_3$

Masih ingat pengamatan kompor gas yang telah anda lakukan! Coba bandingkan ciri-ciri bahan bakar kompor gas dengan ciri-ciri dan penggunaan alkana berikut? Apakah ada yang sama?

Ciri-ciri alkana

1) Merupakan hidrokarbon tidak memiliki ikatan rangkap (hidrokarbon jenuh) terdiri darialkana rantai lurus dan alkana berbentuk siklo/cincin
2) Disebut golongan parafin karena mempunyai affinitas kecil (=sedikit gaya gabung)
3) Sukar bereaksi
4) Alkana yang C_1 – C_4 pada suhu (T) dan tekanan (P) normal adalah gas
5) Alkana C_4 – C_{17} : pada T dan P normal adalah cair
6) Alkana dengan rantai karbon > C_{18} pada T dan P normal adalah padat

7) Makin tinggi rantai karbon Titik didih makin tinggi
8) Pada jumlah atom C sama, alkana yang bercabang mempunyai titik didih rendah
9) Mudah larut dalam pelarut non polar
10) Berat jenis naik dengan penambahan jumlah unsur C
11) Sumber utama gas alam dan petroleum

Penggunaan alkana

1) Metana sebagai zat bakar, sintesis dan carbon black (tinta, cat, semir, ban)
2) Propana, butana, isobutana sebagai zat bakar LPG (Liquified Petrolium Gases)
3) Pentana, heksana, heptana sebagai pelarut pada sintesis kimia

Tata nama alkana

Pemberian nama *isomer* butana itu menggunakan aturan tata nama yang diterbitkan IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*).

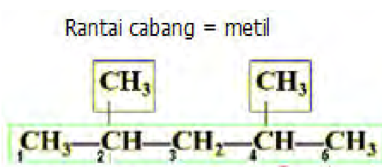
1) Rantai karbon berurutan yang terpanjang dalam suatu molekul ditentukan sebagai rantai induk.
2) Carilah namanya pada tabel *suku pertama sampai dengan suku kesepuluh senyawa alkana* dan letakkan di bagian belakang. Kadang-kadang rumus struktur itu tidak digambarkan dengan rantai karbon terpanjang dalam garis lurus.
3) Isomer bercabang diberi nama sebagai turunan rantai lurus di mana satu atau beberapa atom hidrogen diganti dengan pecahan alkana (gugus alkil). Pecahan alkana ini disebut gugus alkil, biasa diberi tanda -R (dari kata radikal), dan mempunyai rumus umum -CnH2n+1 . Nilai n adalah jumlah atom karbon yang ada pada senyawa tertentu tersebut

sedemikian hingga didapat suku-sukunya seperti terlihat pada tabel berikut .

Tabel 3. Gugus alkil

C_nH_{2n+1} (n= bilangan asli)	Rumus struktur sederhana	Nama
CH_3	CH_3	metil
C_2H_5	CH_2-CH_3	etil
C_3H_7	CH_2-CH_2-CH_3	propil
C_4H_9	CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	butil

Tentu kita dapat meneruskan untuk alkil-alkil lain, tetapi untuk gugus bercabang tentu jarang yang berantai panjang. Letakkan nama gugus cabang ini di depan nama rantai induk. Untuk menentukan cabang pada rantai induk, rantai induk itu diberi diberi nomor dari kiri atau dari kanan sehingga cabang pertama mempunyai nomor terkecil.



2 4 dimetil pentana

Cari contoh penamaan senyawa alkana lain !

Isomer alkana

Bagaimana kita dapat memperoleh molekul alkana yang lebih panjang dari molekul yang lebih pendek? Gantilah salah satu atom H dari metana dengan gugus -CH_3 maka akan kita peroleh molekul etana. Demikian juga jika kita mengganti salah satu atom H dari etana dengan gugus -CH_3 akan kita peroleh propana yang rantai karbonnya lebih panjang satu lagi. Lihat berikut ini.

CH_3-H, jika H diganti dengan -CH_3 akan diperoleh CH_3-CH_3

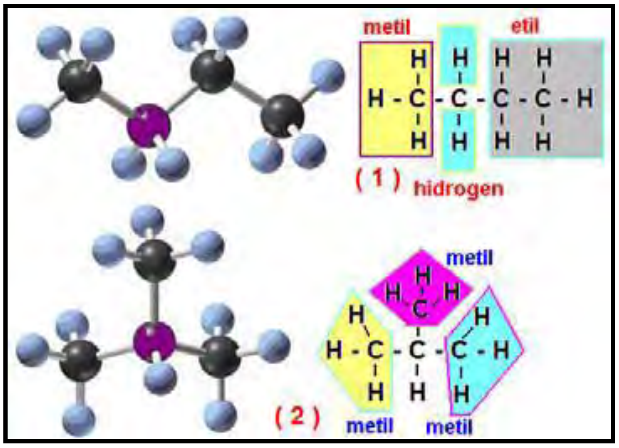
CH_3-CH_2-H, jika H diganti dengan -CH_3 diperoleh CH_3-CH_2-CH_3. Dan seterusnya.

Kita boleh memilih salah satu atom H yang mana saja untuk diganti dengan gugus -CH_3 dan kita akan memperoleh hasil penggantian yang sama. Kita mengatakan bahwa setiap atom H terikat secara ekuivalen dengan atom karbon. Tetapi bila sekarang kita akan mengganti salah satu atom H dari propana dengan gugus -CH_3 anda akan memperoleh lebih dari satu macam hasil,

Perhatikanlah:

CH_3-CH_2-CH_3, jika H diganti dengan -CH_3 diperoleh CH_3-CH_2-CH_2-CH_3
n-butana

Suatu senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda disebut **isomer**. Contonnya isomer adalah senyawa n-butana dengan senyawa isopropil. Jadi dapatkah kita mendefinisikan apa itu isomer? Kedua senyawa itu adalah senyawa yang berbeda terbukti mempunyai sifat-sifat berbeda. Titik beku dan titik didih dari yang berantai lurus adalah -138,3°C dan -0,5°C sedang yang rantainya bercabang adalah -159°C dan -12°C. Sekarang semakin jelas tentunya mengapa jumlah senyawa karbon itu demikian banyaknya. Contoh isomer senyawa alkana dapat dilihat pada senyawa butana (C_4H_{10}) sebagai berikut.



c. Alkena

Alkena ialah suatu hidrokarbon yang mengandung suatu ikatan rangkap dua antara dua atom C yang berurutan. Kadang-kadang (nama lain) alkena disebut olefin, dari kata *olefiant* gas (gas yang membentuk minyak), suatu nama lain untuk etilena (CH_2=CH_2). Alkena disebut juga hidrokarbon tidak jenuh karena tidak mempunyai jumlah maksimum atom yang ditampung oleh setiap atom karbon. Alkena mempunyai ikatan sigma dan ikatan phi antara dua atom karbon yang berhadapan.

Ikatan rangkap karbon-karbon merupakan gugus fungsional yang banyak terdapat dalam produk-produk alam dan pada umumnya ikatan rangkap ini akan bergabung dengan gugus fungsional yang lain. Selain itu alkena juga banyak ditemukan dalam komponen-komponen minyak bumi.

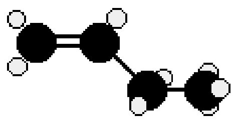
Dalam sistem IUPAC, rantai lurus alkena diberi nama sesuai dengan alkana dengan mengganti akhiran –ana menjadi –ena.

CH_2=CH_2	CH_3CH=CH_2
Etena	propena

Isomer dalam Alkena:

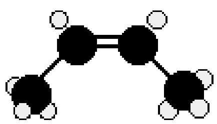
1) Isomer Bangun

Amati gambar butena berikut. Buat analisis apa yang membedakan antara gambar yang satu dengan yang lain. Kaitkan analisis anda degan pengertian isomer. Komunikasikan hasil analisis Anda kepada guru pembimbing.



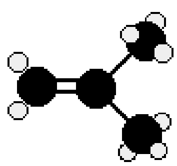
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$

but-1-ena



$CH_3-CH=CH-CH_3$

but-2-ena



$CH_2=C(CH_3)-CH_3$

2-metilpropena

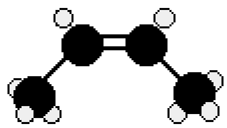
Semua alkena yang memiliki 4 atau lebih atom karbon memiliki isomer bangun. Ini berarti bahwa ada dua atau lebih rumus bangun yang bisa dibuat untuk masing-masing rumus molekul.

Sebagai contoh, untuk C_4H_8, tidak terlalu sulit untuk menggambarkan ketiga isomer bangunnya, sebagaimana ditunjukkan oleh gambar berikut:

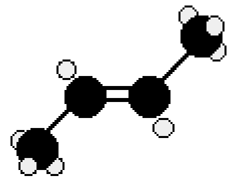
2) Isomeri Geometris (cis-trans)

Amati gambar butena berikut. Buat analisis apa yang membedakan antara gambar yang satu dengan yang lain. Kaitkan analisis anda degan

pengertian isomer. Komunikasikan hasil analisis Anda kepada guru pembimbing.



cis-but-2-ena



trans-but-2-ena

Ikatan karbon-karbon rangkap (C=C) tidak memungkinkan adanyarotasi dalam struktur. Ini berarti bahwa gugus-gugus CH_3 pada kedua ujung molekul bisa dikunci pada posisinya baik pada salah satu sisi molekul atau pada dua sisi yang berlawanan.

Apabila gugus-gugus berada pada satu sisi disebut sebagai cis2-butena dan apabila gugus-gugus berada pada dua sisi yang berlawanan disebut trans2-butena.

Ciri-ciri alkena

1) Hidrokarbon tak jenuh ikatan rangkap dua
2) Alkena = olefin (pembentuk minyak)
3) Sifat fisiologis lebih aktif (sbg obat tidur) : 2-metil-2-butena
4) Sifat sama dengan Alkana, tapi lebih reaktif
5) Sifat-sifat : gas tak berwarna, dapat dibakar, bau yang khas, eksplosif dalam udara (pada konsentrasi 3 – 34%)
6) Terdapat dalam gas batu bara biasa pada proses “cracking”

Penggunaan etena

1) Dapat digunakan sebagai obat bius (dicampur dengan O_2)
2) Untuk memasakkan buah-buahan

3) Sintesis zat lain (gas alam, minyak bumi, etanol)

Sifat Alkena

1) Sifat-sifat fisik alkena

a) Titik Didih

Titik didih masing-masing alkena sedikit lebih rendah dibanding titik didih alkana dengan jumlah atom karbon yang sama. Etena, propena dan butena berwujud gas pada suhu kamar, selainnya adalah cairan. C_1 sampai C_4 pada suhu kamar berbentuk gas C_5 ke atas pada suhu kamar berbentuk cair.

Satu-satunya gaya tarik yang terlibat dalam ikatan alkena adalah gaya dispersi Van der Waals, dan gaya-gaya ini tergantung pada bentuk molekul dan jumlah elektron yang dikandungnya. Gaya Van der Waals adalah gaya antar molekul pada senyawa kovalen. Untuk gaya *Van der Waals* pada alkena yang bersifat non-polar. Makin besar massa relatif molekol (Mr) dari senyawa alkena, gaya Van del Waals makin kuat, sehingga titik didih (T_d) makin tinggi. Masing-masing alkena memiliki 2 lebih sedikit elektron dibanding alkana yang sama jumlah atom karbonnya

b) Kelarutan

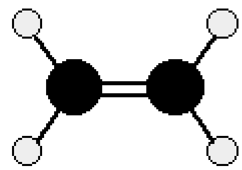
Alkena hampir tidak dapat larut dalam air, tapi larut dalam pelarut-pelarut organik, seperti lemak dan minyak.

2) Kereaktifan Kimiawi

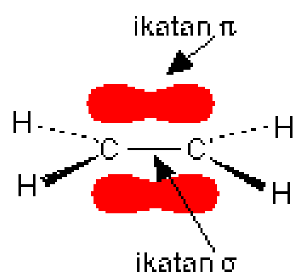
a) Ikatan dalam alkena

Sifat-sifat ikatan kimia dalam senyawa etena yang mengandung ikatan karbon rangkap dua (C=C) berlaku pada ikatan C=C dalam alkena yang lebih kompleks.

Etena digambarkan sebagai berikut:



Ikatan rangkap antara atom karbon adalah dua pasang elektron bersama. Salah satu dari pasangan elektron dipegang pada sebuah garis lurus antara dua inti karbon, tapi pasangan lainnya dipegang dalam sebuah orbital molekul di atas dan di bawah bidang molekul. Orbital molekul adalah sebuah ruang dalam molekul dimana terdapat kemungkinan besar untuk menemukan sepasang elektron tertentu.



Pada gambar di atas, garis antara kedua atom karbon menunjukkan sebuah ikatan normal - pasangan elektron bersama terletak dalam sebuah orbital molekul pada garis antara dua inti. Ikatan ini disebut ikatan sigma.

Pasangan elektron yang lain ditemukan di suatu tempat dalam bagian berarsir di atas atau di bawah bidang molekul. Ikatan ini disebut ikatan pi. Elektron-elektron dalam ikatan pi bebas berpindah *kemanapun* dalam daerah berarsir ini dan bisa berpindah bebas dari belahan yang satu ke belahan yang lain.

Elektron pi tidak sepenuhnya dikendalikan oleh inti karbon seperti pada elektron dalam ikatan sigma, dan karena elektron pi terletak di atas dan di bawah daerah kosong dari molekul, maka elektron-elektron ini relatif terbuka untuk diserang oleh partikel lain.

Pembuatan Alkena

1) Reaksi Alkil Halida

Reaksi ini merupakan reaksi E_2 (reaksi biomolekuler). Reaksi eliminasi terhadap alkil halida dengan memanaskan alkil halida dengan KOH atau $NaOCH_2CH_3$ dalam etanol.

$$\begin{array}{l} CH_3CH_2OH \\ CH_3CHCH_3 + CH_3CH_2O^- \xrightarrow[\text{Panas}]{} CH_3CH{=}CH_2 + CH_3CH_2OH + Br^- \end{array}$$

2) Dehalogenasi Vicinil dihalida

Vicinal dihalida adalah suatu alkil halida yang mempunyai 2 atom halogen yang terikat pada molekul atom karbon yang berbatasan. Reaksi ini juga merupakan reaksi bimolekuler (E_2) antara alkil halida sekunder dalam basa kuat.

$$\underset{\text{Vicinal dihalida}}{CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH_2}}} + 2NaI \xrightarrow{\text{aceton}} CH_3CH{=}CH_2 + I_2 + 2NaCl$$

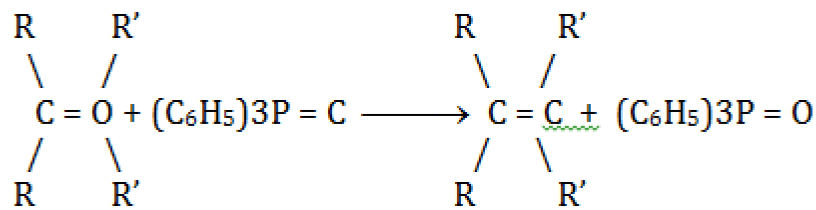
3) Reaksi dengan Ilid phosponium *(reaksi wittig*)

Alkena dapat disintesis dari aldehid atau keton menggunakan ilid phosponium. Ilid adalah golongan senyawa karbanionid dimana muatan

negative (-) dimantapkan oleh sebuah hetero atom yang berdampingan dan bermuatan (+). Mekanisme reaksi ini adalah:

a) Substitusi nukleofilik (SN_2) dari alkil halida dengan phospin tersier seperti tripenilpospin.

b) Perlakuan dengan basa kuat seperti n-butillitium ($CH_3CH_2CH_2CH_2Li$), yaitu suatu reaksi dimana produk antara dari posponium mengeliminasi proton dari ilid Metil halida, alkil halida primer, alkil halida sekunder dapat digunakan dalam reaksi wittig ini.



Aldehid atau Keton | Ilid Phosponium | Alkena | Tripenilpospin

4) Dehidrasi alkohol

Alkena dapat diperoleh dari dehidrasi alcohol, yaitu suatu reaksi penghilangan air. Alkohol primer, sekunder, maupun tersier dapat dilakukan dehidrasi sehingga menghasilkan alkena. Dihidrasi silakukan dengan adanya asam sulfat maupun asam kuat lainnya. Dehidrasi alkohol sekunder dan alcohol tersier mengikuti reaksi E_1

$$(CH_3)_3COH \xrightarrow[60^0C]{H_2SO_4} (CH_3)_2C{=}CH_2 + H_2O$$

t-butil alkohol metal propena (isobutilena)

$$(CH_3)\ _2C{=}CH_2 \xrightarrow[100^0C]{H_2SO_4} CH_3CH_2 + H_2O$$

2 propanol propena (propilena)

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[180^0C]{H_2SO_4} CH_2{=}CH_2 + H_2O$$

etanol etena (etilena)

5) Hidrogenasi Alkuna

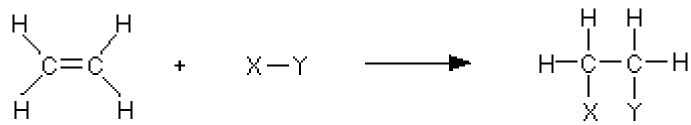
Hidrogenasi alkuna merupakan reduksi ikatan phi dan adisi atom terhadap molekul. Ada 2 kemungkinan adisi atom tersebut yaitu: adisi sis (cis) dan anti (trans). Jika atom ditambahkan pada sisi yang sama dari molekul, adisi tersebut disebut dengan adisi sis. Sedangkan apabila adisi ditambahkan pada sisi yang berlawanan, maka terjadi adisi anti.

Reaksi-Reaksi Pada Alkena

1) Reaksi adisi

Reaksi-reaksi penting yang terjadi semuanya berpusat di sekitar ikatan rangkap. Biasanya, ikatan pi terputus dan elektron-elektron dari ikatan ini digunakan untuk menggabungkan dua atom karbon dengan yang lainnya. Alkena mengalami ***reaksi adisi***.

Sebagai contoh, dengan menggunakan sebua molekul umum X-Y



Elektron-elektron yang agak terekspos dalam ikatan pi akan terbuka bagi serangan sesuatu yang membawa muatan positif. Elektron ini disebut sebagai ***elektrofil***.

Beberapa jenis reaksi adisi yaitu:

a) Adisi hidrogen dan Halogen (Hidrogenasi and Halogenasi)

Ikatan pi dari alkena akan terpecah dari masing-masing pasangan elektonnya akan membentuk ikatan sigma yang baru (atom karbon sp^2 akan terhibridisasi membentuk atom karbon sp^3).

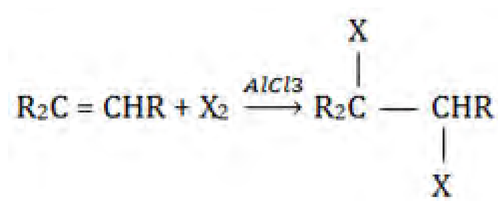
Hidrogenasi alkena dengan katalis akan menghasilkan alkana

Reaksi Hidrogenasi adalah sebagai berikut:

$$CH_3CH = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_2CH_3$$

Halogenasi alkena akan menghasilkann dihaloalkana

Reaksi Halogenasi adalah sebagai berikut:



Penambahan brom pada senyawa berikatan rangkap dilakukan sebagai salah satu identifikasi adanya ikatan rangkap. Reaksi dilakukan dengan menggunakan larutan bromin pada CCl_4. Adanya ikatan rangkap ditujukkan dengan hilangnya warna coklat dari brom.

Proses reaksinya adalah sebagai berikut:

Br
|
$CH_3CH = CHCH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3CHCHCH_3$ 2,3-dibromobutena
|
2-butena coklat Br (tidak berwarna)

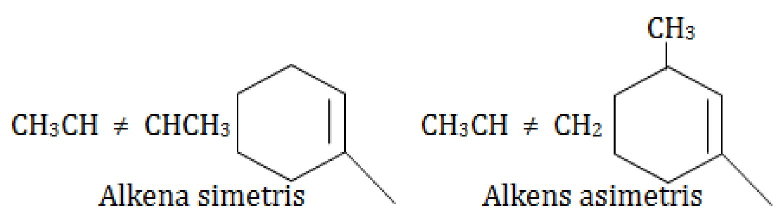
b) Adisi Halida Hidrogen (Hidrohalegenasi)

Hidrogen halida akan ditambahkan pada ikatan pi alkena membentuk alkil halida. Reaksi ini merupakan adisi elektrofilik.

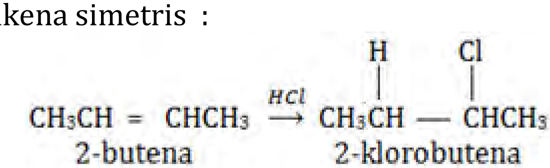
Reaksi Adisi Halida Hidrogen adalah sebagai berikut:

$CH_2 = CH_2 + HX \rightarrow CH_3CH_2X$
Etilena etil halida

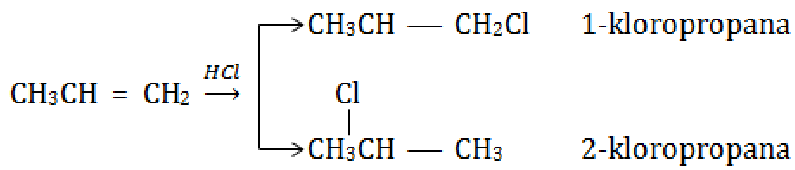
Jika suatu alkena adalah alkena asimetris (gugus terikat pada dua karbon sp^3 yang berbeda), maka kemungkinan akan terbentuk 2 produk yang berbeda dengan adanya adisi HX.



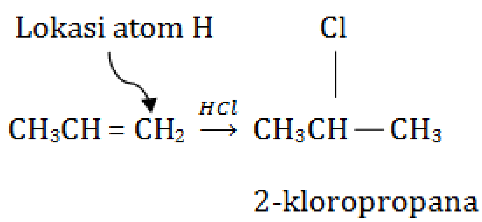
Alkena simetris :

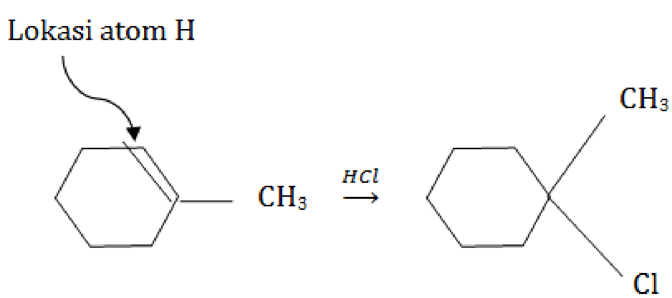


Alkena asimetris :



Markonikov mengemukakan suatu teori untuk mengetahui pada rantai karbon yang mana atom H akan terikat. Menurut Markonikov, dalam adisi HX pada alkena asimetris, H^+ dari HX akan menyerang ikatan rangkap karbon yang mempunyai jumlah atom H terbanyak. Dengan aturan Markonikov tersebut, maka produk yang akan terbentuk dapat diprediksi, seperti pada contoh berikut ini





Adisi asam halogen dapat mengikuti aturan Markonikov apabila berada dalam kondisi tanpa adanya peroksida dan berlangsung.

c) Hidrobrominasi Alkena

Adisi hidrogen halida menggunakan HBr dan adanya peroksida (ROOR) disebut hidrobrominasi dan adisi yang terjadi adalah adisi anti Markonikov. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya radiakl Br^-

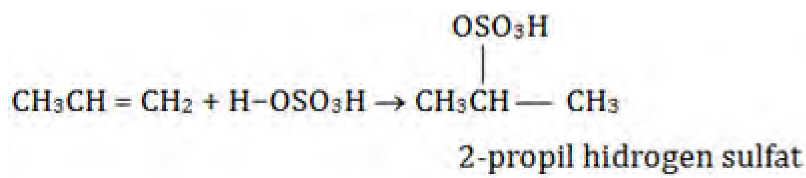
dari HBr. Ion Br^- ini akan menyerang ikatan rangkap atom karbon yang mempunyai jumlah atom H terbanyak dan membentuk radikal bebas yang stabil.

Reaksi hidrobrominasi adalah sebagai berikut:

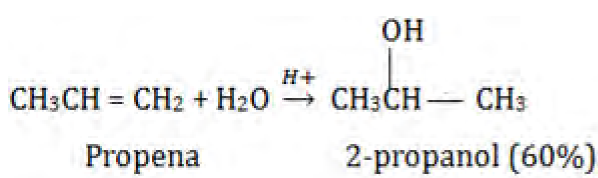


d) Adisi H_2SO_4 dan H_2O

Adisi asam sulfat pada alkena akan menghasilkan alkil hidrogen sulfat, yang selanjutnya akan digunakan dalam sintesis alkohol atau eter



Pada larutan asam kuat (seperti larutan asam sulfat), air ditambahkan pada ikatan rangkap untuk menghasilkan alkohol. Reaksi ini disebut hidroksi alkena.

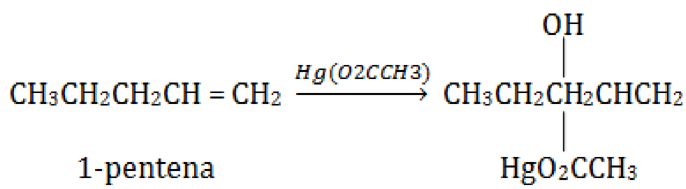


e) Hidrasi menggunakan Merkuri asetat

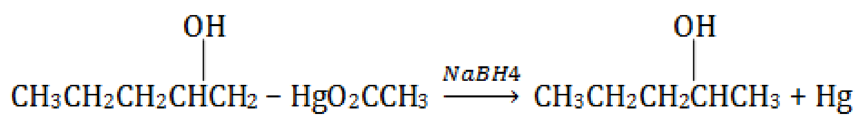
Reaksi merkuri asetat $Hg(O_2CCH_3)_2$ dan air pada alkena disebut oksimerkurasi. Produk oksimerkurasi biasanya direduksi dengan Natrium borohidrid ($NaBH_4$), suatu rangkaian reaksi yang disebut

demerkurasi. Reaksi ini terdiri dari 2 tahap reaksi yaitu adisi elektrofilik dari $^{+}HgO_2OCH_4$ diikuti dengan serangan nukleofil H_2O.

Proses reaksi Oksimerkurasi adalah sebagai berikut:



Proses reaksi Demerkurasi adalah sebagai berikut:

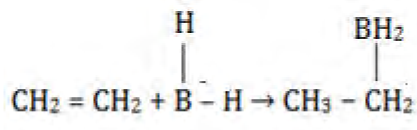


f) Adisi Boran

Diboran (B_2H_4) adalah gas beracun yang dibuat dari reaksi Natrium borohidrid dan Boron trifluorida ($3\ NaBH_4 + 4\ BF_3 \rightarrow B_2H_6 + 3\ NaBF_4$). Pada larutan dietil eter, diboran terdisosiasi membentuk boran (BH_3). Boran akan bereaksi dengan alkena membentuk organoboran (R_2B). Reaksi ini terdiri dari 3 langka reaksi. Dalam masing-masing tahap, satu gugus alkil ditambahkan dalam boran sampai semua atom hidrogen telah digantikan oleh gugus alkil. Reaksi ini disebut hidroborasi.

Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut:

Tahap 1



Tahap 2

$CH_2 = CH_2 + CH_3CH_2BH_2 \rightarrow (CH_3CH_2)_2BH$

Tahap 3

$CH_2 = CH_2 + (CH_3CH_2)_2BH \rightarrow (CH_3CH_2)_2B$

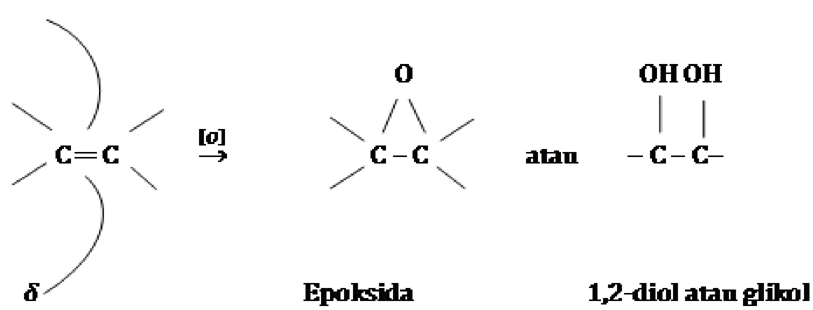
Organoboran selanjutnya akan dioksidasi menjadi alkohol dengan hidrogen peroksida dalam larutan basa.

2) Reaksi Oksidasi

Alkena dapat dioksidasi menjadi berbagai macam produk, tergantung dari pereaksi yang digunakan. Secara umum, reaksi ikatan, rangkap karbon – karbon bisa diklasifikasikan menjadi :

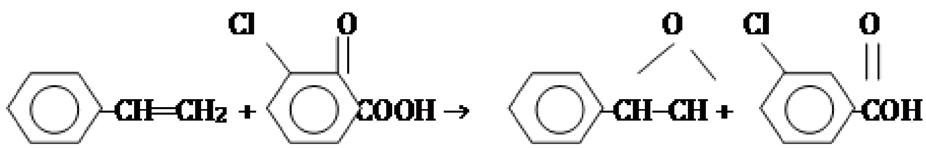
a) Oksidasi ikatan pi tanpa pemecahan ikatan sigma (ikatan C – C)

Produk reaksi ini bisa berupa 1,2 diol atau epoksida, tergantung dari pereaksi yang digunakan.



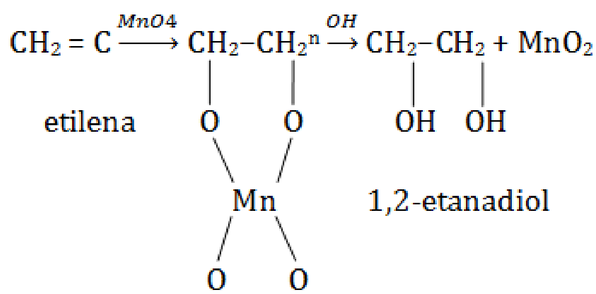
Secara umum, reaksi oksidasi ikatan rangkap karbon-karbon bisa diklasifikasikan menjadi:

- Reaksi alkena dengan asam peroksikarboksilat (RCO_3H atau $ArCO_3H$) berupa asam peroksibenzoat ($C_6H_5CO_3H$) dan m – kloroperoksibenzena dalam pelarut $CHCl_3$ atau CCl_4 akan menghasilkan epoksida atau oksiran

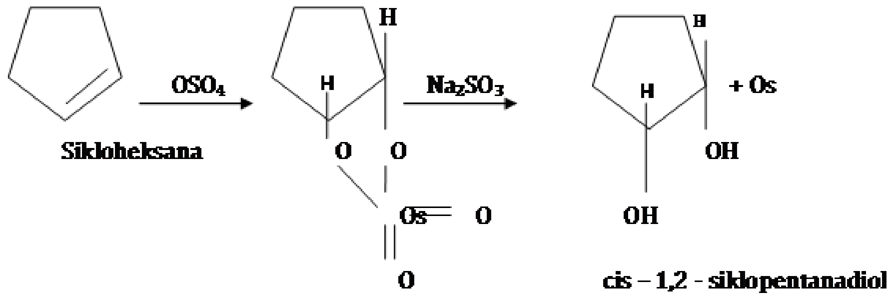


Stirene | Asam Pheniloksiran (95% | Asam m-khloroperoksibenzoat (Stiren oksida) | m-klorobenzoat

Apabila sikloalkana direaksikan dengan OsOatau larutan $KMnO_4$ dingin akan menghasilkan 1,2 diol.

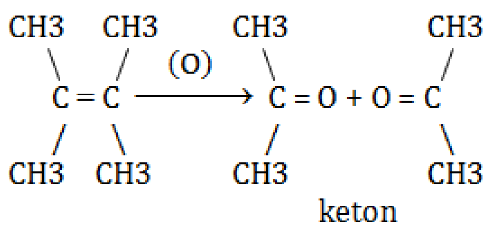


- Reaksi dengan permanganat dingin disebut *Baeyer Test,*yaitu reaksi untuk mengetahui ada tidaknya ikatan rangkap. Adanya ikatan rangkap ditunjukkan dengan hlangnya warna ungu dari $KMnO_4$. Pereaksi yang umum digunakan untuk mengubah alkena menjadi 1,2 diol dengan yield yang tinggi adalah Osmonium tetraoksida diikuti dengan reduksi menggunakan pereaksi Na_2SO_3 atau $NaHSO_3$.



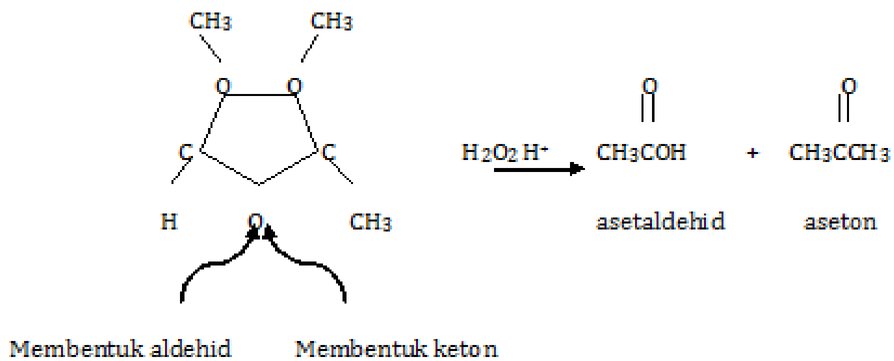
b). Oksidasi ikatan pi diikuti pemecahan ikatan sigma

- Apabila oksidasi ikatan pi disertai dengan pemecahan ikatan *sigma,* maka akan dihasilkan keton, asam karboksilat, maupun aldehid. Jika masing – masing karbon alkena tidak terikat dengan atom hidrogen maka oksidasi akan menghasilkan keton.

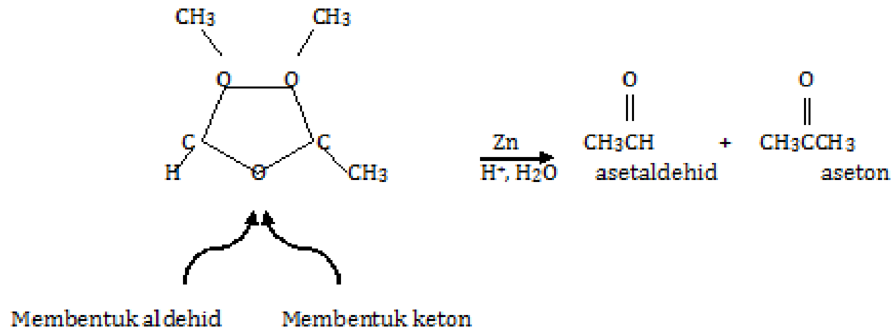


- Reksi kedua ozonolis adalah oksidasi atau reduksi dari ozonida. Jika ozonida mengalami reduksi, salah satu karbon tersubstitusi dari alkena akan membentuk aldehid. Sebaliknya jika terjadi oksidasi, akan terbentuk asam karboksilat.

Oksidasi:



Reduksi:



d. Alkuna

Alkuna merupakan deret senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang dalam tiap molekulnya mengandung satu ikatan rangkap 3 diantara dua atom C yang berurutan. Untuk membentuk ikatan rangkap 3 atau 3 ikatan kovalen diperlukan 6 elektron, sehingga tinggal satu elektron pada tiap-tiap atom C tersisa untuk mengikat atom H. Jumlah atom H, yang dapat diikat berkurang dua, maka rumus umumnya menjadi.

$CnH_{2n+2}–4H \longrightarrow CnH_{2n-2}$

Seperti halnya alkena, alkuna juga mempunyai suku pertama dengan harga n = 2, sehingga rumus molekulnya C_2H_2, sedang rumus strukturnya H–C≡C-H. Senyawa alkuna tersebut mempunyai nama etuna atau dengan nama lazim asetilena. Asetilena merupakan suatu gas yang dihasilkan dari reaksi senyawa karbida dengan air dan banyak digunakan oleh tukang las untuk menyambung besi. Reaksinya adalah sebagai berikut :

$CaC_2(s) + 2\ H_20\ (l) \longrightarrow C_2H_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$

Tata nama alkuna sama dengan alkana atau alkena, bagian pertama menunjuk pada jumlah sedang bagian kedua adalah akhiran - *una*, tetapi suku pertamanya juga mempunyai n = 2 seperti alkena. Etuna merupakan suku alkuna satu-satunya yang dapat dibuat. Suku-suku alkuna lain sering

diberi nama atau dianggap sebagai turunan etuna. Jadi propuna disebut metil asetilena.

1-butuna	$CH_3\equiv C - CH_2 - CH_3$
2-butuna	$CH_3 - C \equiv C - CH_3$

Ciri-ciri alkuna

1) Hidrokarbon tak jenuh mempunyai ikatan rangkap tiga
2) Sifat-sifatnya menyerupai alkena, tetapi lebih reaktif
3) Pembuatan : $CaC_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$
4) Sifat-sifat :
    a. Suatu senyawaan endoterm, maka mudah meledak
    b. Suatu gas, tak berwarna, baunya khas
5) Penggunaan etuna :
    a. Pada pengelasan : dibakar dengan O_2 memberi suhu yang tinggi (± 3000^{o}C), dipakai untuk mengelas besi dan baja
6) Untuk penerangan
7) Untuk sintesis senyawa lain

Beberapa hidrokarbon lain

Seperti dikatakan dalam klasifikasi hidrokarbon, masih banyak hidrokarbon lainnya, tetapi rumus umumnya kadang-kadang sama dengan rumus umum yang ada antara lain rumus umum alkena. Rumus umum alkena juga menunjukkan hidrokarbon siklis yang jenuh yang dikenal sebagai *siklana* (siklo-alkana) dan siklo-propana sebagai suku pertamanya mempunyai harga n = 3. Alkandiena dan siklo-alkena mempunyai rumus umum yang sama dengan alkuna. Rumus molekul C_5H_8 dapat merupakan pentuna, isoprena (monomer dari karet alam atau siklopentana).

$H_3C - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$ n- pentuna

$H2C = C - CH = CH2$ isoprena
|
CH3

Adalagi hidrokarbon berlingkar yang mengandung cincin segi enam, dikenal sebagai *hidrokarbon aromatik* karena umumnya hidrokarbon ini harum baunya walaupun banyak juga yang beracun. Struktur utama senyawa aromatik yang menjadi dasar sifat-sifat kimianya adalah cincin benzena. Cincin benzena biasa digambarkan sebagai segi-enam beraturan dengan tiap sudut ditempati oleh atom C yang mengikat satu atom H dan ikatan rangkap yang berselang-seling antara dua atom C yang berurutan (lihat gambar di bawah ini).

Gambaran ini sempat menguasai senyawa aromatik untuk beberapa puluh tahun sebelum akhirnya diubah karena sifat-sifat utama ikatan rangkap tidak tampak pada gambaran struktur benzena sebelumnya. Hidrokarbon aromatik banyak pula terdapat dalam minyak bumi.

Menanya

Setelah Anda mengerjakan tugas membaca uraian materi pada modul pokok bahasan satu ini dan juga telah mengerjakan tugas mengamati, buatlah pertanyaan tertulis. Pertanyaan yang anda buat harus jelas berkaitan dengan pejelasan teori baik prinsip, konsep maupun fakta atau anda dapat menanyakan suatu prosedur. Contoh beberapa pertanyaan yang anda dapat sampaikan misalnya sebagai berikut.

1) Apa yang dimaksud dengan senyawa hidrokarbon dan senyawa organik ?
2) Apa perbedaan antara senyawa organik dan an organik ?
3) Apa yang dimaksud dengan senyawa alkana ?
4) Mengapa kita perlu mempelajari proses senyawa hidrokarbon ?

5) Bagaimana membuat senyawa hidrokarbon ?
6) Apa perbedaan antara alkana, alkena dan alkuna ?
7) Apakah banyak menghirup gas LPG berbahaya ?
8) Mohon dapat dijelaskan ciri- ciri dari senyawa alkana ?
9) Mohon dijelaskanciri-ciri dari senyawa alkena ?
10) Mohon dijelaskanciri-ciri dari senyawa alkuna ?

Pertanyaan yang diajukan

……

……

……

……

……

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri!
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

....

....

4. Tugas

Mengumpulkan informasi / mencoba / melakukan percobaan

a. Mengidentifikasi reaksi senyawa hidrokarbon

1) Tujuan

Peserta dapat mengidentifikasi reaksi hidrokarbon

2) Pendahuluan

Hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang hanya tersusun atas unsur karbon dan unsur hidrogen yang dikelompokkan dalam dua golongan, yaitu hidrokarbon alifatik yang mencakup alkana, alkena, dan alkuna serta hidrokarbon aromatik yang mencakup benzena dan senyawa turunannya. Tiap-tiap atom karbon tersebut dapat mengikat empat atom lain atau maksimum hanya 4 buah atom hidrogen.

3) Alat dan Bahan

Alat

a) Pipa gelas
b) Labu didih
c) Pemanas
d) Tabung reaksi
e) Erlenmeyer

Bahan

a) Kayu tusam
b) $Ca(OH)_2$ atau $Ba(OH)_2$
c) Air

4) Langkah Percobaan

a) Sepotong kayu tusam dalam labu pyrex yang diberi sumbat gabus dengan pipa gelas dipanaskan di atas kasa. Dari pipa keluar gas yang mudah terbakar. Kayu akan mengarang. Arang yang terbentuk kemudian dipanaskan kuat (api besar). Terbentuk gas karbon dioksida (CO_2) yang dapat dibuktikan dengan mengalirkannya ke dalam tabung yang berisi air kapur ($Ca(OH)_2$ atau $Ba(OH)_2$

b) Sepotong arang kayu dalam tabung reaksi yang berisi air yang dipanaskan. Pada permukaan arang keluar gelembung-gelembung gas yang berasal dari udara yang diabsorpsi oleh arang.

No	Langkah Kerja	Pengamatan	Reaksi

Pertanyaan diskusi

a) Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa organik dan hidrokarbon?

b) Jalaskan komponen utama dari kayu dan arang dan jelaskan pula perbedaannya!

c) Pada proses pengarangan akan dilepaskan senyawa tertentu di udara. Jelaskan!

d) Tuliskan reaksi yang terjadi antara ($Ca(OH)_2$ dan CO_2.

e) Jelaskan kenapa arang kayu dalam air yang dipanaskan mengeluarkan gelembung udara?

b. Mengidentifikasi senyawa etuna

1) Tujuan:

Mengidentifikasi Reaksi Alkuna

2) Alat dan Bahan

Alat

a) Pipa gelas
b) Labu didih
c) Pemanas
d) Tabung reaksi
e) Corong gelas

Bahan

a) CaC_2
b) $CuCl_2$
c) Air

3) Langkah Percobaan

Reaksi terhadap etuna (Asetilena)

a) Ke dalam labu 250 ml leher panjang yang dilengkapi dengan pipa gas dan corong yang bertangkai panjang (ujung tangkai harus sampai ke dasar labu), dimasukkan dengan hati-hati sepotong kecil kalsium karbida (CaC_2) melalui corong kemudian labu diisi air sampai setengah penuh.
b) Udara yang keluar pertama dibuang, baru kemudian asetilena yang terbentuk ditampung di atas air dalam dua tabung reaksi (tabung-tabung sebelumnya telah diisi air)
c) Salah satu tabung yang telah terisi penuh dengan gas dibakar. Nyala yang terbentuk khas asetilen.

4) Pengamatan

No	Langkah Kerja	Pengamatan	Reaksi

Pertanyaan Diskusi

a) Jelaskan secara singkat beda antara alkena dan alkuna dan berikan contohnya?

b) Jelaskan fungsi dari CaC_2 yang anda ketahui!

c) Jelaskan reaksi antara CaC_2 denganair sehingga menghasilkan C_2H_4. Jelaskan pula buktinya!

c. Mengasosiasikan Data

1) Hasil pengamatan proses identifikasi senyawa karbon menunjukkan bahwa senyawa hidrokarbon yang ada pada kayu berubah menjadi gas dan arang (senyawa karbon). Senyawa karbon dibakar menjadi CO_2 dan H_2O. Dari data percobaan di atas anda dapat mengkaitkan antara data yang satu dengan data yang lain. Ikuti format berikut untuk menyimpulkan percobaan anda.

a) Kayu dalam labu dibakar menjadi arang berarti terjadi perubahan :

....

....

....

b) Gas yang dihasilkan dari kayu pada mulut pipa mudah terbakar . Zat tersebut adalah

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

c) Dapat disimpulkan bahwa kayu tersebut termasuk senyawa hidrokarbon yang mengandung unsur …………… dan ………….. dengan rumus kimia umum adalah

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

2). Hasil pengamatan proses sintesis senyawa alkuna dibuktikan pada percobaan kedua. Senyawa karbid (CaC_2) merupakan bahan yang banyak digunakan dalam pengelasan (las karbid) dan digunakan untuk pematangan buah. Proses pengelasan dan pematangan buah terjadi karena terbentuknya gas asetilen / etilen (etuna) yang dihasilkan dari karbid. Dari data percobaan di atas anda dapat mengkaitkan antara data yang satu dengan data yang lain. Ikuti format berikut untuk menyimpulkan percobaan anda.

a) Senyawa karbid (CaC_2) mempunyai sifat-sifat :

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

b) CaC_2 setelah terkena air akan berubah dengan reaksi berikut

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

c) Gas yang terbakar merupakan gas

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

d) Dapat disimpulkan bahwa senyawa etuna (gas asetelen) mempunyai sifat ………………………………………………………………………………………dapat disintesis dari ………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

d. Mengkomunikasikan hasil percobaan

1) Buatlah laporan bercobaan yang ringkas namun jelas (5-8 halaman) dengan out line sebagai berikut:

a) Halaman sampul memuat judul praktikum, waktu/tanggal praktikum, tempat, anggota kelompok
b) Daftar isi
c) Bab I: Pendahuluan (2-3 halaman)
   - Tujuan Percobaan
   - Landasan teori
d) Bab II: Pelaksanaan (2-3 halaman)
   - Alat dan bahan
   - cara kerja percobaan
   - Lembar pengamatan
e) Bab III: Hasil dan Pembahasan (2-3 halaman)
f) Daftar pustaka 1 halaman

2) Presentasikan laporan bercobaan anda dengan jelas dengan aturan sebagai berikut:

   a) satu kelompok presentasi 15 menit dan tanggapan 15 menit (2-3 penanya).
   b) Tetapkan juru bicara, moderator, dan sekretaris, pemberi tanggapan utama dalam kelompok anda.
   c) Jika di kelas anda terdapat 4 kelompok maka jika kelompok 1 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 2, jika kelompok 2 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 3, jika kelompok 3 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 4, jika kelompok 4 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 5, dan jika kelompok 5 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 1.

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas

a. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa hidrokarbon dan senyawa organik !
b. Apa perbedaan antara senyawa organik dan anorganik !
c. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkana !
d. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkana !
e. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkena !
f. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkena !
g. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkuna !
h. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkuna !

C. Penilaian

1. Sikap

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap sikap Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi dua hal yaitu sikap ilmiah dan komunikatif.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian sikap yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Format Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				
	Total Skor				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Rubrik penilaian sikap ilmiah

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 : Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 : Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 : Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 : kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 : jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Rubrik Penilaian sikap komunikatif

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek Menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 : Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

2. Keterampilan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap keterampilan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi tuga hal yaitu keterampilan melakukan percobaan, presentasi dan pembuatan laporan.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian ketarampilan yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Keterampilan melakukan percobaan

NO	**Aspek yang dinilai**	**Penilaian**		
		1	**2**	**3**
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			
	TOTAL			

Aspek yang dinilai			
	1	**2**	**3**
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

b. Format Penilaian Presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

Rubrik Kriteria penilaian presentasi

1) Kejelasan presentasi

   Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

   Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

   Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

   Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2) Pengetahuan

   Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

   Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

   Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

   Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3) Penampilan

   Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

   Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

   Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

   Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

c. Format Penilaian Laporan

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan				
2	Data Pengamatan				
3	Analisis dan kesimpulan				
4	Kerapihan Laporan				

Rubrik Kriteria penilaian Laporan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika la-poran menga-ndung tujuan, masalah, hipo-tesis, prosedur,hasil pengama-tan dan kesim-pulan.	Sistematika la-poran menga-ndung tujuan, masalah, hipo-tesis prosedur, hasil pengama-tan dan kesim-pulan	Sistematika la-poran menga-ndung tujuan, masalah, pro-sedur hasil pe-ngamatan dan kesimpulan	Sistematika laporam hanya mengandung tujuan, hasilpengamatan dankesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengama-tan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengama-tan ditampil-kan dalamben-tuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan ke-simpulan dike-mbangkan ber-dasarkan data-data hasil peng-amatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

3. Pengetahuan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap pengetahuan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu dengan cara menjawab pertanyaan dengan jelas.
b. Selama Anda mengerjakan tes pengetahuan anda dilarang melihat kunci jawaban ataupun naskah modul.
c. Lakukan pemeriksaan jawaban anda dengan mencocokan pekerjaan anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Lakukan pemeriksaan sacara objektif.
d. Berikan nilai 1-4 pada setiap jawaban yang anda buat.
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB	=	Sangat Baik	=	80 - 100
B	=	Baik	=	70 - 79
C	=	Cukup	=	60 - 69
K	=	Kurang	=	< 60

Soal tes pengetahuan

a. Apa perbedaan antara senyawa organik dan an organik !
b. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkana !
c. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkana !
d. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkena !
e. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkena !
f. Jelaskan yang dimaksud dengan senyawa alkuna !
g. Sebutkan minimal 5 ciri dari senyawa alkuna !

Rubrik kunci jawaban

Skor 1 : jika ada jawaban namun tidak benar,

skor 2 : kalau jawaban setengah benar,

skor 3 : kalau jawaban ¾ benar dan

skor 4 : kalau jawaban benar

Anda memperoleh skor 4 apabila jababan Anda sebagai berikut

a. Pembeda kimia organik dan anorganik adalah ada-tidaknya ikatan karbon-hidrogen.
b. Alkana merupakan hidrokarbon jenuh yang paling sederhana merupakan suatu deret senyawa yang memenuhi rumus umum CnH_{2n+2} disebut juga dengan parafin.
c. Ciri-ciri alkana adalah:
    1) Merupakan hidrokarbon tidak memiliki ikatan rangkap (hidrokarbon jenuh) terdiri dari alkana rantai lurus dan alkana berbentuk siklo/cincin
    2) Disebut golongan parafin karena mempunyai affinitas kecil (=sedikit gaya gabung)
    3) Sukar bereaksi
    4) Alkana yang C1 – C4 pada suhu (T) dan tekanan (P) normal adalah gas
    5) Alkana C4 – C17 : pada T dan P normal adalah cair
    6) Alkana dengan rantai karbon > C18 pada T dan P normal adalah padat
    7) Makin tinggi rantai karbon Titik didih makin tinggi
    8) Pada jumlah atom C sama, alkana yang bercabang mempunyai titik didih rendah
    9) Mudah larut dalam pelarut non polar
    10) BJ naik dengan penambahan jumlah unsur C
    11) Sumber utama gas alam dan petroleum

d. Alkena ialah suatu hidrokarbon yang mengandung suatu ikatan rangkap antara dua atom C yang berurutan. Kadang-kadang alkena disebut olefin dengan rumus umum CnH2n.
e. Ciri-ciri alkena
    1) Hidrokarbon tak jenuh ikatan rangkap dua
    2) Alkena = olefin (pembentuk minyak)
    3) Sifat fisiologis lebih aktif (sbg obat tidur) : 2-metil-2-butena
    4) Sifat sama dengan Alkana, tapi lebih reaktif
    5) Sifat-sifat : gas tak berwarna, dapat dibakar, bau yang khas, eksplosif dalam udara (pada konsentrasi 3 – 34%)
    6) Terdapat dalam gas batu bara biasa pada proses "cracking"
    7) Penghidratan etanol
f. Alkuna merupakan deret senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang dalam tiap molekulnya mengandung satu ikatan rangkap 3 diantara dua atom C yang berurutan dengan rumus umum CnH2n-2.
g. Ciri-ciri alkuna
    1) Hidrokarbon tak jenuh mempunyai ikatan rangkap tiga
    2) Sifat-sifatnya menyerupai alkena, tetapi lebih reaktif
    3) Pembuatan : $CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$
    4) Sifat-sifat :
        a) Suatu senyawaan endoterm, maka mudah meledak
        b) Suatu gas, tak berwarna, baunya khas

Kegiatan Pembelajaran 2. Gugus Fungsional Turunan Senyawa Hidrokarbon

A. Deskripsi

Pokok bahasan ini berisikan materi kajian gugus fungsional turunan senyawa hidrokarbon yang meliputi senyawa alkohol, eter, aldehida, keton, asam karboksilat, dan ester. Disamping itu akan dibahas pula mengenai senyawa makromolekul turunan senyawa hidrokarbon yaitu karbohidrat, lemak dan protein

B. Kegiatan pembelajaran

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menjelaskan jenis-jenis gugus fungsional turunan senyawa hidrokarbon
b. Mengidentifikasi sifat-sifat dan karakteristik gugus fungsional turunan senyawa hidrokarbon

2. Uraian Materi

Mengamati

Berkaitan dengan identifikasi gugus fungsional turunan hidrokarbon, Anda ditugaskan mencari informasi melaui studi di perpustakaan, studi literatur di internet dan membaca modul ini mencari contoh-contoh senyawa yang mempunyai gugus fungsional turunan hidrokarbon. Untuk memudahkan Anda melalukan pengamatan maka Gunakan format berikut. Setelah mengisi lembar pengamatan Anda diminta membaca uraian materi kegiatan pembelajaran 2 ini dan kemudian mencocokan jawaban anda dengan tek bacaan. Jika ada yang berbeda tanyakan pada guru Anda

Format Tugas Mengamati

Gugus fungsional	Contoh senyawa	Rumus molekol	Ciri-ciri
Alkohol			
Aldehida			
Keton			
Asam karboksilat			
Eter			
Ester			

a. Alkohol

Alkohol mempunyai rumus umum R-OH. Strukturnya serupa dengan air, tetapi satu hidrogennya diganti dengan satu gugus alkil. Gugus fungsi alkohol adalah gugus hidroksil (-OH). Alkohol tersusun dari unsur C, H, dan O. Struktur alkohol: R-OH primer, sekunder dan tersier.

Sifat fisika alkohol :

1) Td alkohol > TD alkena dengan jumlah unsur C yang sama (etanol = 78^{o}C, etena= -88,6^{o}C)
2) Umumnya membentuk ikatan hidrogen
3) Berat jenis alkohol > Berat jenis alkena
4) Alkohol rantai pendek (metanol, etanol) larut dalam air(=polar)

Struktur Alkohol : R - OH

R-CH_2-OH	$(R)_2$CH-OH	$(R)_3$C-OH
Primer	sekunder	tersier

Penggunaan alkohol :

1) Metanol : pelarut, antifreeze radiator mobil, sintesis formaldehid, metilamina, metilklorida, metilsalisilat, dll
2) Etanol : minuman beralkohol, larutan 70 % sebagai antiseptik, sebagai pengawet, dan sintesis eter, koloroform, dll.

Tatanama alkohol

Nama umum untuk alkohol diturunkan dari gugus alkol yang melekat pada –OH dan kemudian ditambahkan kata alkohol. Dalam sisitem IUPAC, akhiran-ol menunjukkan adanya gugus hidroksil. Contoh-contoh berikut menggambarkan contoh-contoh penggunaan kaidah IUPAC (Nama umum dinyatakan dalam tanda kurung).

CH_3OH	CH_3CH_2OH
Methanol (metil alkohol)	Ethanol (etil alkohol)
$CH_3CH_2CH_2OH$	CH_3CHCH_3 | OH
Propanol (n-propil alkohol)	2-Propanol (isopropil alcohol)

b. Eter

Eter adalah senyawa yang mempunyai dua gugus organik melekat pada atom oksigen tunggal. Rumus umum eter ialah R-O-R', yang R dan R'- nya bisa sama atau berbeda, gugusnya dapat berupa alkil atau aril. Pada anestesi umum kedua R-nya adalah gugus etil yaitu dietil ester (CH_3CH_2-O-CH_2CH_3). Eter merupakan isomer atau turunan dari alkohol (unsur H pada OH diganti oleh alkil atau aril). Eter mengandung unsur C, H, dan O.

Sifat fisika eter :

1) Senyawa eter rantai C pendek berupa cair pada suhu kamar dan Titik didih nya naik dengan penambahan unsur C.
2) Eter rantai C pendek medah larut dalam air, eter dengan rantai panjang sulit larut dalam air dan larut dalam pelarut organik.
3) Mudah terbakar
4) Unsur C yang sama titik didih eter > titik didih alkana dan < titik didih alkohol (metil, n-pentil eter 140°C, n-heptana 98°C, heksil alkohol 157°C).

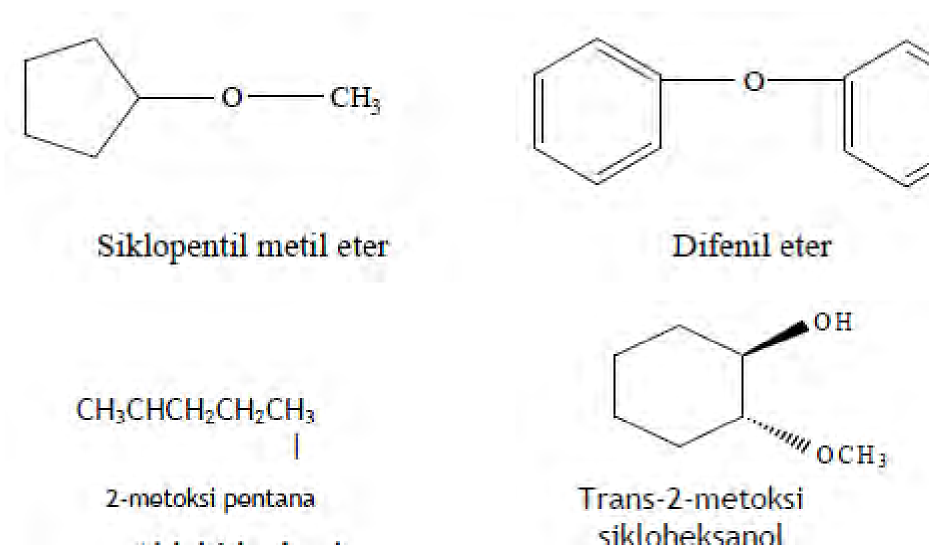
Penggunaan eter :

1) Dietil eter : sbg obat bius umum, pelarut dari minyak, dsb.
2) Eter-eter tak jenuh : pada opersi singkat : ilmu kedokteran gigi dan ilmu kebidanan.

Tatanama eter

Eter diberi nama berdasarkan gugus alkil atau arilnya menurut urutan abjad, diikuti dengan kata eter. Pemberian tata nama senyawa eter dapat sebagai berikut (Lihat Gambar 2.1).

CH3-O-CH2CH3	CH3CH2-O- CH2CH3
Etil metal eter	dietil eter

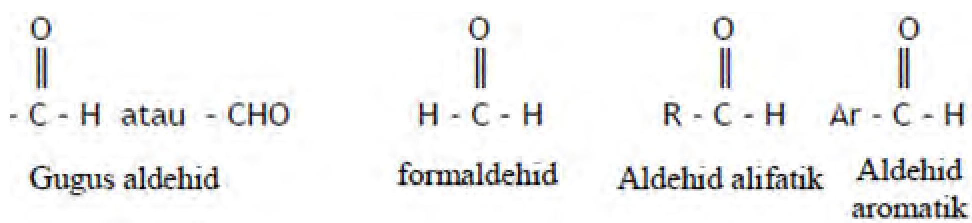


Gambar 6. Tata nama ester

Untuk eter dengan stuktur kompleks, kadang-kaang diperlukan nama gugus –OR sebagai gugus alkoksi. Misalnya, dalam sistem IUPAC eter diberi nama sebagai hidrokarbon dengan substitusi alkoksi.

c. Aldehida dan Keton

Aldehid adalah suatu senyawa yang mengandung gugus aldehida yaitu gugus karbonil (C=O) yang terikat pada sebuah atau dua buah unsur hidrogen. Rumus umum struktur aldehid adalah R–CHO. Aldehid disintesis dari alkohol dengan cara menghilangkan satu atom hidrogen (alkohol dehidrogenatum). Aldehida mempunyai paling sedikit satu atom hidrogen yang melekat pada gugus karbonil. Gugus lainnya dapat berupa gugus hidrogen, alkil atau aril.



Gambar 7. Jenis-jenis senyawa aldehida

Ciri-ciri aldehida :

1) Sifat-sifat kimia aldehid dan keton umumnya serupa, hanya berbeda dalam derajatnya. Aldehid dan keton dengan unsur C pendek umumnya larut dalam air.
2) Merupakan senyawa polar dengan titik didih aldehid lebih tinggi dari senyawa non polar.
3) Formaldehid/metanal/ H-CHO (suatu aldehid): gas yang baunya sangat menyengat (baunya tajam) merupakan satu-satunya aldehid yang berbentuk gas pada suhu kamar dan tak berwarna.
4) Larutan formaldehid dengan pelarut air dengan konsentrasi 40% disebut dengan formalin. Penggunaan formaldehida sebagai desinfektan, mengeraskan protein (mengawetkan contoh-contoh biologik), membuat damar buatan.
5) Akrolein/propanal/ CH_2=CH-CHO merupakan suatu aldehid berbentuk cairan, baunya tajam dan sangat reaktif.

Keton adalah suatu senyawa organik yang mempunyai sebuah gugus karbonil (C=O) terikat pada dua gugus alkil, dua gugus aril atau sebuah alkil dan sebuah aril. Rumus umum struktur keton adalah $(R)_2$-C=O atau R_1-CO-R_2. R pada struktur keton di atas merupakan gugus aril maupun gugus alkil.

Contoh senyawa keton: dimetil keton = aseton = $(CH_3)_2$-C=O

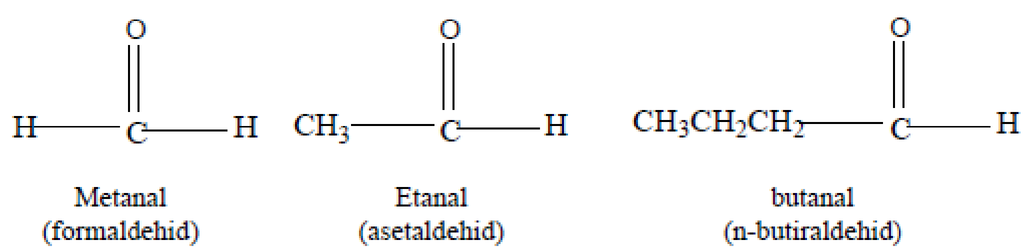
1) Sifat : cairan tak berwarna, mudah menguap, pelarut yang baik.
2) Penggunaan : sebagai pelarut.

Contoh lain : asetofenon = metil fenil keton

1) Sifat : berhablur, tak berwarna
2) Penggunaan:sebagai hipnotik, sebagai fenasil klorida (kloroasetofenon) dipakai sebagai gas air mata.

Tatanama aldehida dan keton

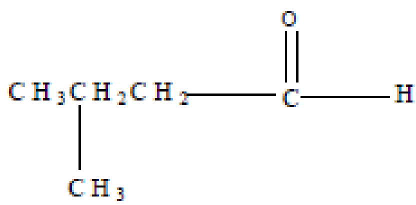
Dalam sistem IUPAC, aldehida diberi akhiran *–al* (berasal dari suku pertama aldehida). Contoh-contohnya sebagai berikut.



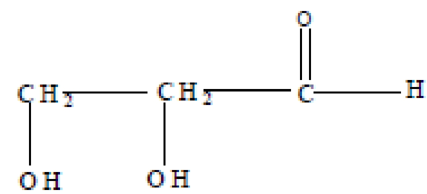
Gambar 8. Tata nama senyawa aldehid

Karena aldehida telah lama dikenal, nama-nama umum masih sering digunakan. Nama-nama tersebut dicantumkan dibawah nama IUPAC-nya. Karena nama ini sering digunakan, anda perlu juga mempelajarinya juga.

Untuk aldehida yang mempunyai subtituen, penomoran rantai dimulai dari karbon aldehida sebagai mana contoh berikut :



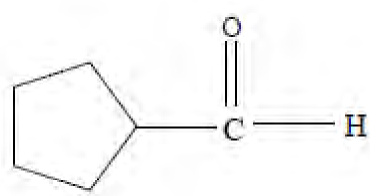
3-metil butanal



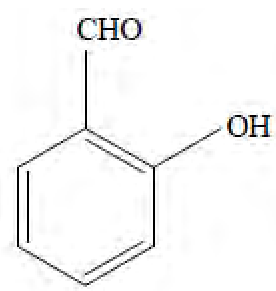
2,3-dihidroksipropanal
(gliseraldehida)

Untuk aldehida siklik, digunakan awalan-*karbaldehida*. Aldehida aromatik sering mempunyai nama umum.

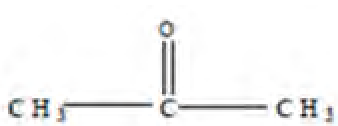
Dalam sistem IUPAC, keton diberi akhiran-*on* (dari suku kata terakhir keton). Penomoran dilakukan sehingga gugus karbonil mendapat nomor kecil. Biasanya keton diberi nama dengan menambahkan kata keton setelah nama-nama gugus alkil atau aril yang melekat pada gugus karbonil. Sama halnya dengan aldehida nama umum sering digunakan. Contohnya adalah sebagai berikut :



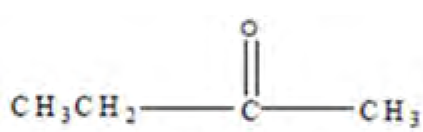
Siklopentana karbaldehida
(formilsiklopentana)



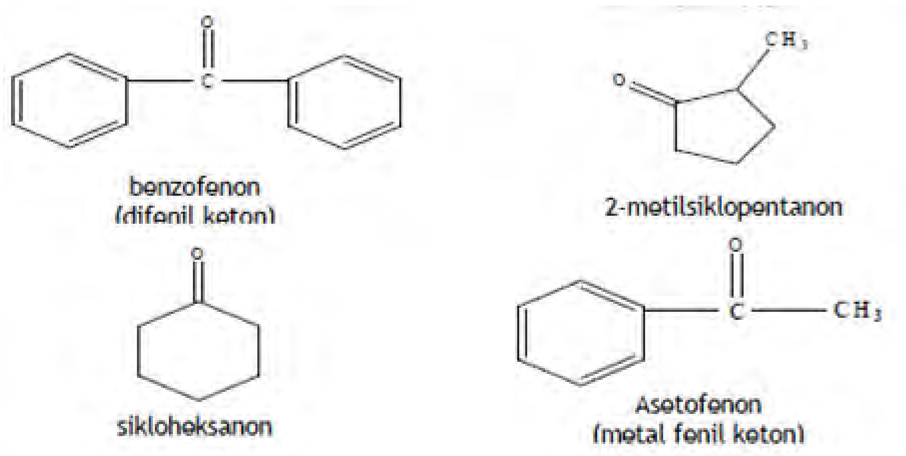
salisilaldehida
(2-hidroksibenzenakarbaldehida))



dimetil keton



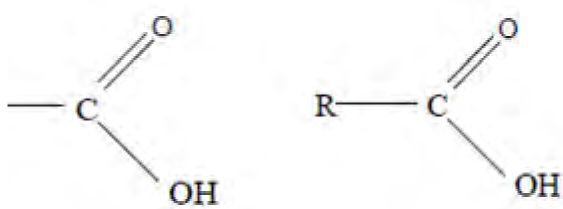
2-butanon
(etil metal keton)



Gambar 9. Tata nama senyawa keton

d. Asam Karboksilat

Asam karboksilat adalah turunan hidrokarbon yang mempunyai gugus fungsi karboksilat yang merupakan gabungan antara gugus karbonil dan hidroksil. Rumus asam karboksilat rumus umum R-COOH dengan. Struktur sebagai berikut.



atau RCOOH

Ciri-ciri asam karboksilat

1) Mengandung gugus COOH yang terikat pada gugus alkil (R-COOH) maupun gugus aril (Ar-COOH)
2) Kelarutan sama dengan alkohol
3) Asam dengan jumlah C 1 – 4 : larut dalam air
4) Asam dengan jumlah C = 5 : sukar larut dalam air
5) Asam dengan jumlah C > 6 : tidak larut dalam air

6) Larut dalam pelarut organik seperti eter, alkohol, dan benzen
7) Titik didih asam karboksilat > Titik didih alkohol dengan jumlah C sama.

Contoh asam karboksilat

1) asam format (HCOOH)
   a) Sifat fisika: cairan, tak berwarna, merusak kulit, berbau tajam, larut dalam H_2O dengan sempurna.
   b) Penggunaan: untuk koagulasi lateks, penyamakkan kulit, industri tekstil, dan fungisida.

2) asam asetat = CH3-COOH
   a) Sifat : cair, Titik Leleh 17^oC, Titik didih 118^oC, larut dalam H_2O dengan sempurna
   b) Penggunaan: sintesis anhidrat asam asetat, ester, garam, zat warna, zat wangi, bahan farmasi, plastik, serat buatan, selulosa dan sebagai penambah makanan.

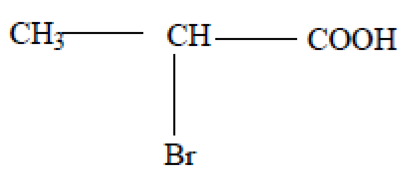
Tatanama Asam karboksilat

Karena banyak terdapat di alam, asam-asam karboksilat adalah golongan senyawa yang paling dulu dipelajari oleh kimiawan organik. Nama-nama asam karboksilat biasanya diturunkan dari bahasa Latin yang menunjukkan asalnya. Tabel 4 memuat nama-nama asam berantai lurus beserta nama IUPAC-nya. Banyak dari asam ini mula-mula dipisahkan dari lemak sehingga sering dinamakan sebagai asam-asam lemak (struktur lemak secara terinci dibahas dalam bab berikutnya). Untuk memperoleh nama IUPAC suatu asam karboksilat (Tabel 4 kolom terakhir) diperlukan awalan kata asam dan akhiran at.

Tabel 4. Tatanama senyawa asam karboksilat

Atom Karbon	Rumus	Sumber	Nama biasa	Nama IUPAC
1	HCOOH	Semut (Latin, formika)	Asam format	Asam metanoat
2	CH_3COOH	Cuka (Latin, acetum)	Asam asetat	Asam etanoat
3	CH_3CH_2COOH	Susu (Yunani, protospion = lemak pertama)	Asam propinoat	Asam propanoat
4	$CH_3(CH_2)_2COOH$	Mentega (Latin,butyrum)	Asam valerat	Asam pentanoat
5	$CH_3(CH_2)_3COOH$	Akar valerian (Latin,valere=kuat)	Asam kaproat	Asam heksanoat
6	$CH_3(CH_2)_4COOH$	Domba (latin,caper)	Asam enentat	Asam heptanoat
7	$CH_3(CH_2)_5COOH$	Bunga anggur (Yunani, oenanthe)	Asam kaprilat	Asam oktanoat
8	$CH_3(CH_2)_6COOH$	Domba (latin, caper)		
9	$CH_3(CH_2)_7COOH$	Pelargonium (Yunani, pelargos)	Asam pelargonat	Asam nonanoat
10	$CH_3(CH_2)_8COOH$	Domba (latin, caper)	Asam kaprat	Asam dekanoat

Asam-asam bersubstitusi diberi nama menurut dua cara. Dalam sisitem IUPAC, nomor rantai dimulai dari asam karbon pembawa gugus karboksil dan substituen diberi nomor lokasi. Jika nama umum yang digunakan lokasi substituen dilambangkan dengan huruf latin, dimulai dengan atom karbon.



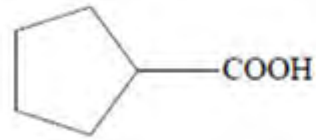
$HO - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$

IUPAC asam 2-bromopropanoat — asam 5-hidroksipentanoat

Umum asam α-bromopropionat — asam δ-hidroksivalerat

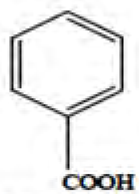
(δ = delta)

Jika gugus karboksilat dihubungkan dengan cincin, akhiran karboksilat ditambahkan pada nama induk sikloalkana.

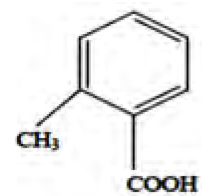


Asam siklopentana karboksilat

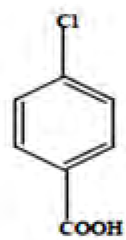
Asam-asam aromatik juga diberi tambahan –at pada turunan hidrokarbon aromatiknya. Beberapa contoh diantaranya :



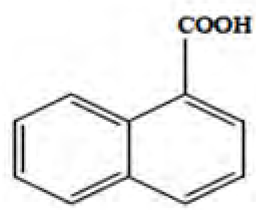
Asam benzoate
(asam benzanal karboksilat)



Asam o-toluat
(asam 2-metil benzena karboksilat)



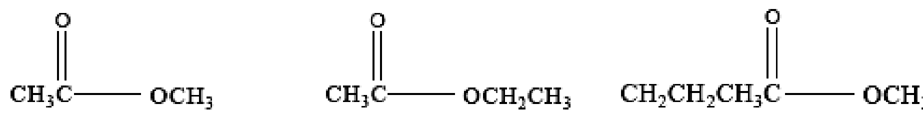
Asam p-klorobenzoat
(asam 4-kloro benzena karboksilat)



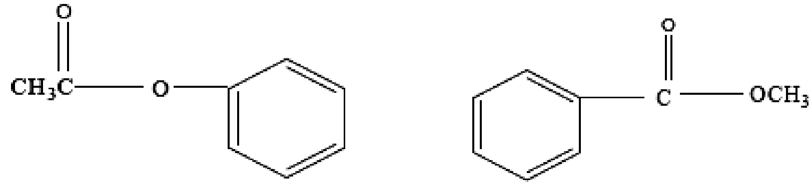
Asam 1-naftoat
(asam 1-naftalena karboksilat)

e. Ester

Ester turunkan dari asam karboksilat dengan mengganti gugus OH dengan gugus OR. Rumus umum ester adalah R-CO-OR. Sifat fisika: berbentuk cair atau padat, tak berwarna, sedikit larut dalm H_2O, kebanyakan mempunyai bau yang khas dan banyak terdapat di alam. Struktut ester : R – COOR. Ester diberi nama seperti penamaan pada garam.

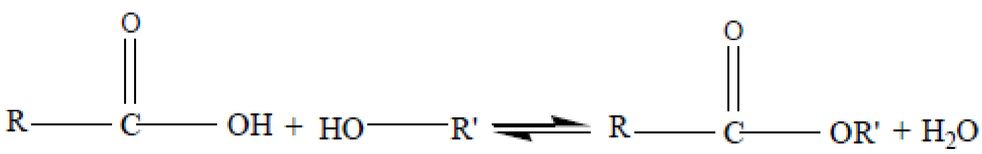


Etil Metil butanoat



Fenil asetat Metil benzoat

Perhatikan bahwa bagian R dari gugus OR disebutkan dahulu, diikuti dengan nama asam yang berakhiran *–at.*



Penggunaan ester :

1) Sebagai pelarut, butil asetat (pelarut dalam industri cat).
2) Sebagai zat wangi dan sari wangi.

Pembuatan ester, estrerifikasi Fischer

Jika asam karboksilat dan alkohol dan katalis asam (biasanya HCl atau H_2SO_4) dipanaskan terdapat kesetimbangan dengan ester dan air. Proses ini dinamakan esterifikasi fischer, yaitu berdasarkan nama Emil Fischer kimiawan organik abad ke- 19 yang mengembangkan metode ini. Walaupun reaksi ini adalah reaksi kesetimbangan, dapat juga digunakan untuk membuat ester dengan hasil yang tinggi dengan menggeser kesetimbangan kekanan. Hal ini dapat dicapai dengan beberapa teknik. Jika alkohol atau asam harganya lebih murah, dapat digunakan jumlah berlebihan. Cara lain ialah dengan memisahkan ester dan/atau air yang terbentuk (dengan penyulingan) sehingga menggeser reaksi kekanan.

f. Karbohidrat

Definisi Karbohidrat

Karbohidrat berasal dari hidrat dan karbon. Hidrat yang dimaksud adalah hidrat dari karbon dan hidrat arang. Oleh karena itu karbohidrat disebut juga zat hidrat arang. Karbohidrat disebut juga **sakarida** (dari bahasa Yunani sákcharon, berarti “gula“) adalah segolongan besar senyawa organik yang paling melimpah di bumi. Karbohidrat memiliki berbagai fungsi dalam tubuh makhluk hidup, terutama sebagai bahan bakar (misalnya glukosa), cadangan makanan (misalnya pati pada tumbuhan dan glikogen pada hewan), dan materi pembangun (misalnya selulosa pada tumbuhan, kitin pada hewan dan jamur). Pada proses fotosintesis, tetumbuhan hijau mengubah karbon dioksida menjadi karbohidrat.

Karbohidrat merupakan molekul yang banyak terdapat dialam. Pembentukan karbohidrat melalui proses fotosintesis dan merupakan sumber energi hayati dari hasil konversi energi matahari ke dalam bentuk energi kimia. Karbohidrat selain sebagai sumber utama energi organisme hidup, juga merupakan sumber karbon untuk sintesis biomolekul dan sebagai bentuk energi polimerik. Karbohidrat berasal dari hidrat suatu karbon dengan rumus empiris $C_x(H_2O)_y$, merupakan polihidroksi-aldehid dan polihidroksi–keton (-C-C=O(COH) dan turunannya,

Secara biokimia, karbohidrat adalah polihidroksil-aldehida atau polihidroksil-keton, atau senyawa yang menghasilkan senyawa-senyawa ini bila dihidrolisis. Karbohidrat mengandung gugus fungsi karbonil (sebagai aldehida atau keton) dan banyak gugus hidroksil. Pada awalnya, istilah karbohidrat digunakan untuk golongan senyawa yang mempunyai rumus $(CH_2O)_n$, yaitu senyawa-senyawa yang *n* atom karbonnya tampak terhidrasi oleh *n* molekul air. Namun demikian, terdapat pula karbohidrat yang tidak

memiliki rumus demikian dan ada pula yang mengandung nitrogen, fosforus, atau sulfur.

Bentuk molekul karbohidrat paling sederhana terdiri dari satu molekul gula sederhana yang disebut monosakarida, misalnya glukosa, galaktosa, dan fruktosa. Banyak karbohidrat merupakan polimer yang tersusun dari molekul gula yang terangkai menjadi rantai yang panjang serta dapat pula bercabang-cabang, disebut polisakarida, misalnya pati, kitin, dan selulosa. Selain monosakarida dan polisakarida, terdapat pula disakarida (rangkaian dua monosakarida) dan oligosakarida (rangkaian beberapa monosakarida).

Pati atau amilum terdiri dari campuran amilosa dan amilopektin. Amilosa bereaksi dengan Iod (I) menghasilkan perubahan warna komplek merah ungu. Warna ini ditimbulkan oleh ikatan lemah diantara molekul pati/amilum dan Iod.

Karbohidrat yang dibangun oleh polihdroksi dan gugus aldehid disebut dengan aldosa, sedangkan yang disusun oleh polihidroksi dan gugus keton dikenal dengan ketosa. Molekul karbohidrat yang paling sederhana adalah polihidroksi aldehida dan polihidroksi keton yang mempunyai tiga hingga enam atom karbon. Atom C memiliki kerangka tetrahedral yang membentuk sudut $105{,}9^{o}$, menyebabkan molekul karbohidrat cukup sulit berbentuk rantai lurus.

Karbohidrat sederhana dibangun oleh 5 (lima) atom C disebut dengan pentosa. Sedangkan yang dibangun oleh 6 (enam) atom C dikenal dengan heksosa. Selain dibentuk oleh sejumlah atom C yang mengandung gugus polihidroksi, strukturnya karbohidrat semakin kompleks dengan adanya atom karbon asimetri, yaitu atom karbon yang mengikat empat atom atau molekul yang berbeda pada struktur tetrahedralnya. Kehadiran C asimetri menyebabkan molekul karbohidrat bersifat optik aktif, yaitu mampu memutar bidang cahaya terpolarisasi. Pada karbohidrat juga dijumpai

keisomeran optik, molekul-molekul yang komposisinya identik tetapi berbeda orientasinya dalam ruang dan keaktifan optiknya.

Karbohidrat yang paling sederhana ditemukan di alam mengandung tiga atom C disebut triosa. Jika dengan gugus aldehida dinamakan aldotriosa ($HOCH_2$-CHOH-CHO) dan dengan gugus keton disebut dengan ketotriosa ($HOCH_2$-CO-CH_2OH).

Karbohidrat dapat berupa monosakarida atau gula sederhana atau berupa gabungan dari monosakarida yang dapat membentuk polisakarida dengan beberapa unit sampai beberapa ribu unit monosakarida. Atas dasar jumlah rantai monomernya maka karbohidrat dapat digolongkan menjadi tiga yaitu monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. Sebagai sumber energi utama bagi tubuh manusia, karbohidrat menyediakan energi sebesar 4 kalori atau 17 kJ pergramnya

Klasifikasi Karbohidrat

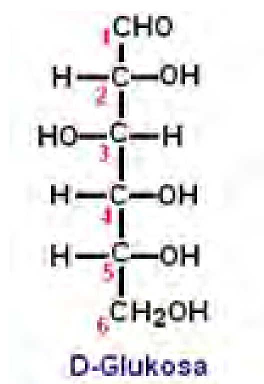
1). Monosakarida: terdiri atas 3-6 atom C dan zat ini tidak dapat lagi dihidrolisis oleh larutan asam dalam air menjadi karbohidrat yang lebih sederhana. macam-macam monosakarida : triosa (C_3), tetrosa (C_4), pentosa (C_5), heksosa (C_6), heptosa (C_7).

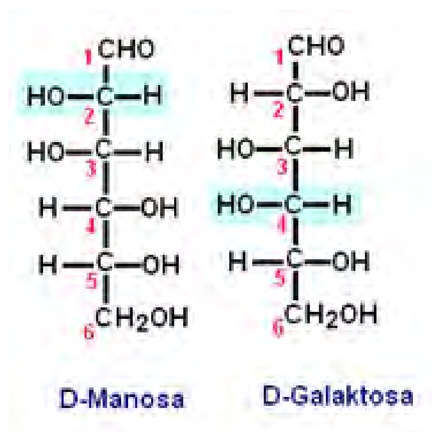
Triosa	: gliserosol, gliseraldehid, dihidroksi aseton
Tetrosa	: threosa, eritrosa, selulosa
Pentosa	: lyxosa, xilosa, arabinosa, ribosa, ribulosa
Hexosa	: galaktosa, glukosa, mannosa, fruktosa
Heptosa	: sedoheptulosa

Monosakarida merupakan sakarida sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi satuan terkecil walaupun dalam suasana yang lunak sekalipun. Monosakarida paling sederhana adalah gliseraldehid atau aldotriosa dan isomerinya adalah dihidroksiaseton atau. Kedua

senyawa tersebut merupakan suatu triosa karena mengandung tiga atom karbon. Jadi suatu monosakarida, tidak hanya dapat dibedakan berdasarkan gugus-gugus fungsionalnya melainkan juga dari jumlah atom karbonnya.

Monosakarida yang paling banyak ditemukan dalam tubuh organisme adalah monosakarida yang dibangun dengan 6 (enam) atom C yang dikenal sebagai Glukosa. Pada molekul ini terdapat lima gugus hidroksil dan satu gugus aldehid yang terikat pada atom karbon. Glukosa memiliki dua isomer yaitu manosa dan Galaktosa, perbedaan antara Glukosa dengan Manosa terletak pada gugus hidroksi pada atom C nomor 2. Demikian pula halnya perbedaan antara glukosa dan galaktosa terletak pada gugus hidroksinya, gugus OH disebelah kanan untuk galaktosa sedangkan glukosa terletak disebelah kiri.





Glukosa dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_6$, adalah monosakarida yang mengandung enam atom karbon. Glukosa merupakan polihidroksi aldehida (memiliki gugus CHO). Lima karbon dan satu oksigennya membentuk siklik yang disebut "cincin piranosa", bentuk siklik ini paling stabil untuk aldosa beratom karbon enam.

Glukosa dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_6$, adalah monosakarida yang mengandung enam atom karbon. Glukosa merupakan polihidroksi aldehida (memiliki gugus CHO). Lima karbon dan satu oksigennya membentuk siklik yang disebut "cincin piranosa", bentuk siklik ini paling stabil untuk aldosa beratom karbon enam.

2). Disakarida : senyawanya terbentuk dari 2 molekul monosakarida yang sejenis atau tidak. Disakarida dapat dihidrolisis oleh larutan asam dalam air sehingga terurai menjadi 2 molekul monosakarida.

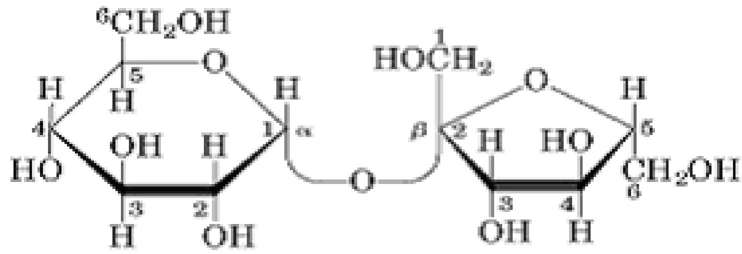
Sukrosa : glukosa + fruktosa (C_{1-2})

Maltose : 2 glukosa (C_{1-4})

Trehalosa : 2 glukosa (C_{1-1})

Laktosa : glukosa + galaktosa (C_{1-4})

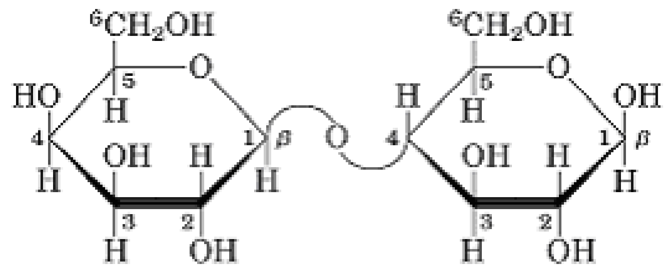
Disakarida yang banyak terdapat di alam seperti maltosa yang terbentuk dari 2 molekul glukosa melalui ikatan glikosida. Pada maltosa, jembatan oksigen terbentuk antara atom karbon nomor 1 dari D-glukosa dan atom karbon nomor 4 dari D-glukosa lain. Ikatan yang terbentuk dinamakan ikatan α (1 → 4) glikosida, secara lengkap dinyatakan dengan α –*D*-glukopiranosil (1 → 4) β-D-glukopiranosa. Dalam bentuk sederhana Glc(α1 →4β-Glc.



Sukrosa

β - D-fruktofuranosil α − D-glukopiranosa

Fru (β 2 ←→ 1 α)Glc



Laktosa

β - D- Galaktopiranosil β − D-glukopiranosa

Fru (β 1 → 4)Glc

Maltosa diperoleh dari hasil hidrolisa pati dan banyak dimanfaatkan sebagai pemanis. Sukrosa (gula pasir) terbentuk dari satu molekul α –*D* -glukosa dan β-D-fruktosa. Sukrosa biasa diperoleh di alam sebagai gula tebu dan gula bit. Khususnya pada pada ekstrak gula dari bit, sukrosa tidak murni melainkan bercampur dengan oligosakarida yang lain seperti rafinosa dan stakiosa. Secara alami, laktosa terdapat pada air susu dan sering disebut dengan gula susu. Molekul ini tersusun dari satu molekul D-glukosa dan satu molekul D-galaktosa melalui ikatan B(1→4) glikosida. Laktosa yang terfermentasi akan berubah menjadi asam laktat.

3). Oligosakarida : Senyawa yang terdiri dari gabungan molekul- molekul monosakarida yang banyak gabungan dari 3 – 8 monosakarida misalnya maltotriosa dan dektrin.

4). Polisakarida : Senyawa yang terdiri dari gabungan molekul- molekul monosakarida yang banyak jumlahnya, senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang terdiri dari lebih 6 monosakarida dengan rantai lurus/cabang.

Macam-macam polisarida :

1). Amilum/Tepung

a) Rantai a-glikosida (glukosa)n : glukosan/glukan
b) Amilosa (15 – 20%) : helix, tidak bercabang
c) Amilopektin (80 – 85%) : bercabang
d) Terdiri dari 24 – 30 residu glukosa,
e) Simpanan karbohidrat pada tumbuhan,
f) Tes Iod : biru
g) Ikatan C_{1-4} : lurus
h) Ikatan C_{1-6} : titik percabangan

2). Glikogen

a) Simpanan polisakarida binatang
b) Glukosan (rantai a) – Rantai cabang banyak
c) Iod tes : merah

3). Inulin

a) Pati pada akar/umbi tumbuhan tertentu,
b) Fruktosan
c) Larut dalam air hangat
d) Dapat menentukan kecepatan filtrasi glomeruli.
e) Tes Iod negatif

4). Dekstrin dari hidrolisis pati

5). Selulosa (serat tumbuhan)

a) Konstituen utama tumbuhan
b) Tidak larut air
c) Tidak dapat dicerna manusia (enzim untuk memecah ikatan beta tidak ada) sedangkan ruminansia dapat menguraikannya. Usus ruminansia mengandung enzim selulase yang dapat memecah ikatan beta selulosa menghasilkan glukosa yang dapat berfungsi sebagai sumber kalori.

6). Khitin

a) Polisakarida invertebrate
b) (Unit N-asetil-D-glukosamin b_{1-4})

7). Glikosaminoglikan

a) Karbohidrat kompleks
b) Merupakan (+asam uronat, amina)
c) Penyusun jaringan misalnya tulang, elastin, kolagen
d) Contoh : asam hialuronat, chondroitin sulfat

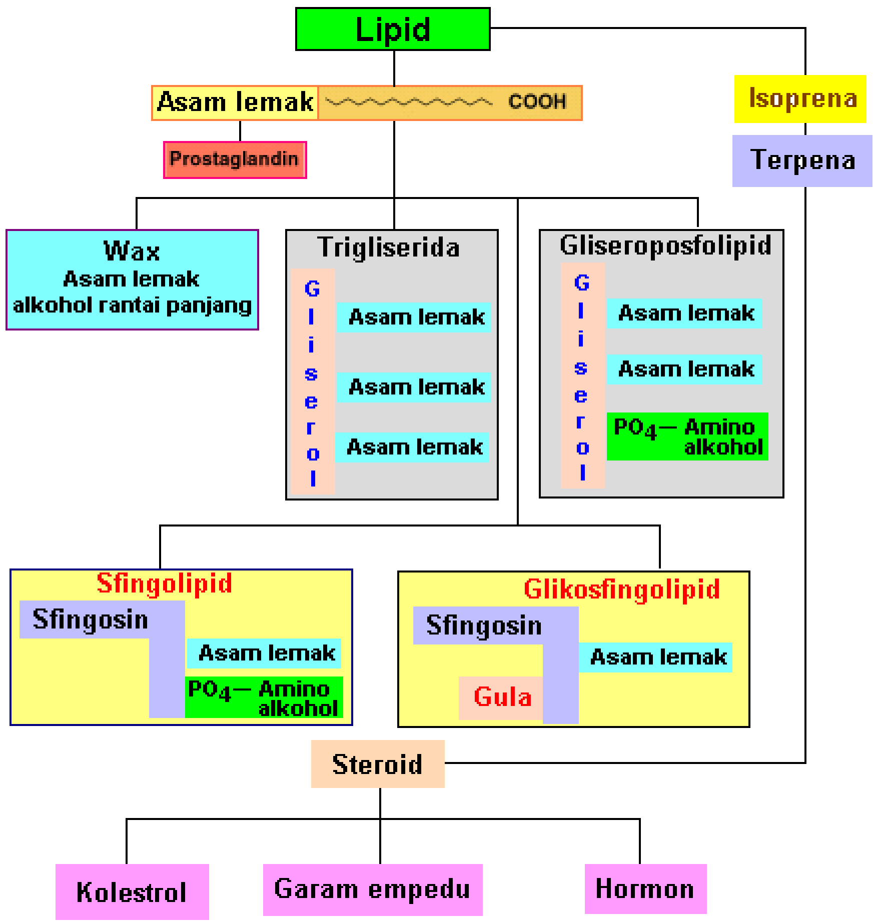
8). Glikoprotein

a) Terdapat di cairan tubuh dan jaringan
b) Terdapat di membran sel
c) Merupakan Protein + karbohidrat

g. Lemak/Lipida

Lipida berasal dari kata lipos (bahasa yunani) yang berarti lemak. Lipida mudah larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Struktur

kimia lipida sangat bervariasi meskipun sifat kelarutanya mirip. Lipida ada yang berupa persenyawaan ester dan hidrokarbon rantai lurus, berbentuk siklik atan maupun bentuk polisiklik. Lipida jenis lain memiliki struktur terpena yang mengadung berbagai gugus fungsi (C=C, OH, C=O) dan struktur steroid (lipida tetrasiklik). Penggolongan lipida secara sederhana disajikan dalam bagan di bawah ini.



Gambar 10. Bagan penggolongan lipida

1). Asam lemak

Asam lemak merupakan asam lemah, yang di dalam air akan terdisosiasi sebagian. Umumnya asam lemak berfase cair atau padat pada suhu ruang

(27 °C). Semakin panjang rantai karbon penyusunnya, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut. Asam lemak dapat bereaksi dengan senyawa lain membentuk persenyawaan lipida.

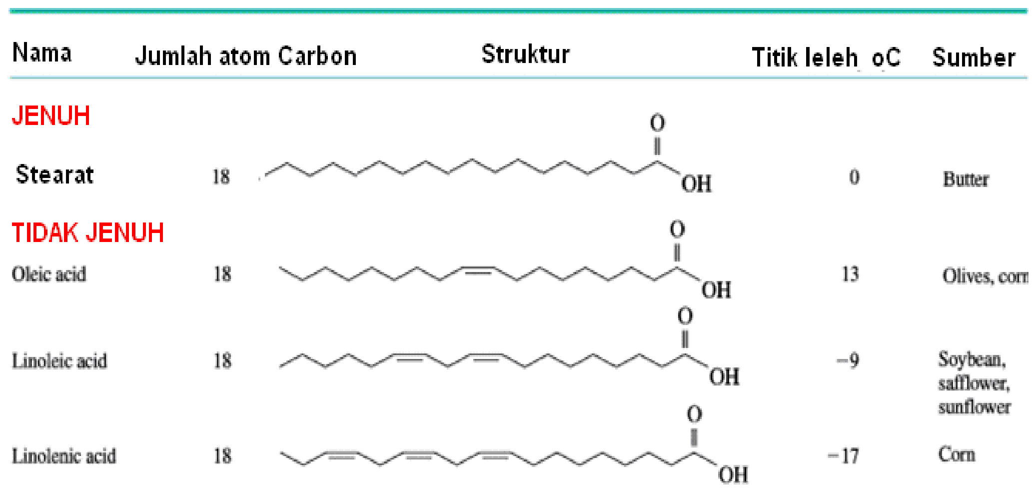
Persenyawaan lipida tersebut sering dijumpai di dalam tubuh organisme yang memiliki fungsi khusus dalam penyusunan sel organisma. Beberapa jenis persenyawaan lipida tersebut antara lain prostaglandin, wax, trigliserida, gliserofosfolipida, sfingolipida dan glikofosfolipida . Asam lemak tidak lain adalah asam alkanoat atau asam karboksilat berderajat tinggi (memiliki rantai karbon lebih dari 6). Asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal di antara atom atom karbon penyusunnya, sementara asam lemak tak jenuh memiliki paling sedikit satu ikatan rangkap diantara atom-atom karbon penyusunnya. Kedua jenis ikatan dalam asam lemak inilah yang menyebabkan perbedaan sifat fisik antara asam lemak satu dengan lainnya.

Keberadaan ikatan rangkap dan panjang rantai ini menyebabkan asam lemak penyusun lipida memiliki dua jenis wujud yang berbeda pada suhu ruang. Dua wujud lipida yang sering kita temukan adalah lemak dan minyak. Lemak pada suhu ruang berwujud padat sedangkan minyak pada suhu ruang berwujud cair.



Gambar 11. Minyak dan lemak dibedakan bentuknya

Lemak umumnya disusun oleh asam lemak rantai panjang yang memiliki ikatan tunggal atau jenuh sedangkan minyak banyak disusun oleh asam lemak rantai panjang dengan ikatan rangkap atau tak jenuh. Kedua asam lemak tersebut jelas memiliki perbedaan sifat fisik dan kimianya, beberapa struktur dan sifat dari kedua senyawa tersebut disajikan dalam Tabel di bawah ini.



Beberapa asam lemak yang telah dikenal dan telah teridentifikasi dengan baik ditunjukkan pada gambar berikut.

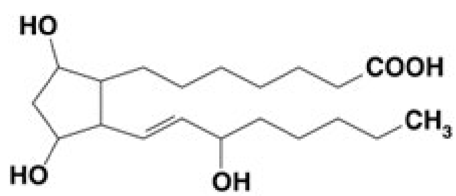
Tabel 5. Daftar nama asam lemak yang telah teridentifikasi

Jumlah atom C, Ikatan dan posisi ikatan rangkap	**Nama Trivial (umum)**		**Nama sistimatik**	
	Bahasa Inggris	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris	Bahasa Indonesia
6:0	caproic	caproat	hexanoic	hexanoat
8:0	caprylic	caprylat	octanoic	octanoat
10:0	capric	caprat	Decanoic	Decanoat
12:0	lauric	laurat	dodecanoic	dodecanoat
14:0	mystiric	mystirat	tetradecanoic	tetradecanoat
16:0	palmitic	palmitat	Hexadecanoic	Hexadecanoat
16:1 (9)	palmitoleic	palmitoleat	Cis-9-hexadecenoic	Cis-9-hexadecenoat
18:0	stearic	stearat	octadecanoic	octadecanoat

Jumlah atom C, Ikatan dan posisi ikatan rangkap	Nama Trivial (umum)		Nama sistimatik	
	Bahasa Inggris	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris	Bahasa Indonesia
18:1 (9)	oleic	oleat	Cis-9-octadecenoic	Cis-9-octadecenoat
18:1 (11)	vaccenic	vaccenat	Cis-1-octadecenoic	Cis-1-octadecenoat
18:2 (9,12)	linoleic	linoleat	All cis--9,12-octadecadienoic	Cis-9,12-octadecadienoat
18:3 (9,12,15)	linolenic	linolenat	all cis-9,12,15-Octadecatrienoic	Cis-9,12,15-Octadecatrienoat
20:0	arachidic	arachidat	eicosanoic	eicosanoat
20:4 (5,8,11,14)	arachidonic	arachidonat	all cis-5,8,11,14-eicosatetraenoic	Cis-5,8,11,14-eicosatetraenoat

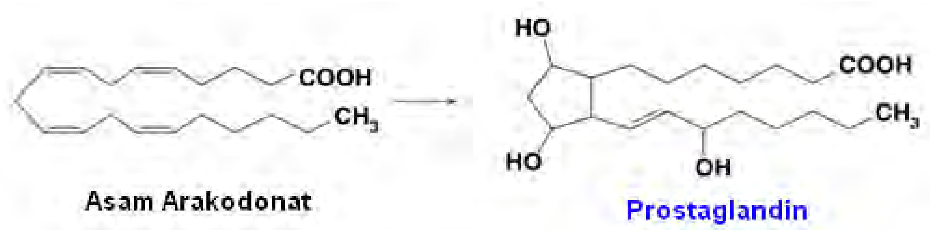
2). Prostaglandin

Prostaglandin merupakan lipida yang dibangun oleh 20 atom karbon pembentuk rantai utamanya. Prostaglandin merupakan lipida yang mengandung gugus hidroksil (OH) di posisi atom C nomor 11 dan C nomor 15, dan memiliki ikatan rangkap pada atom C no 13.



Molekul prostaglandin

Prostaglandin dihasilkan oleh jaringan yang sedang terluka atau sakit yang disintesis dari asam lemak tak jenuh rantai panjang yaitu asam arakidonat. Kehadiran obat penghilang rasa sakit seperti aspirin dapat menghambat proses pembentukan molekul ini. Proses pembentukan prostaglandin dari asam arakidonat, ditunjukkan oleh persamaan reaksi di bawah ini.



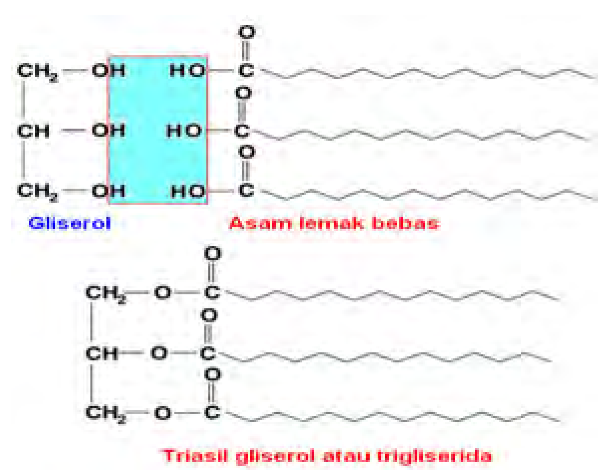
Proses pembentukan Prostaglandin dari asam arakidonat

3). Gliserol

Gliserol merupakan senyawa alkohol yang memiliki 3 gugus hidroksil. Gliserol memiliki nama baku 1,2,3- propanatriol. Senyawa ini berwujud cair, tidak berwarna dengan titik didih 290^{o}C. Titik didih tinggi yang dimiliki oleh senyawa dengan bobot molekul 92,09 g/mol ini disebabkan adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat antar molekul gliserol. Gliserol merupakan bahan baku pembentuk trigliserida, yang dapat membentuk ikatan ester dengan asam lemak.

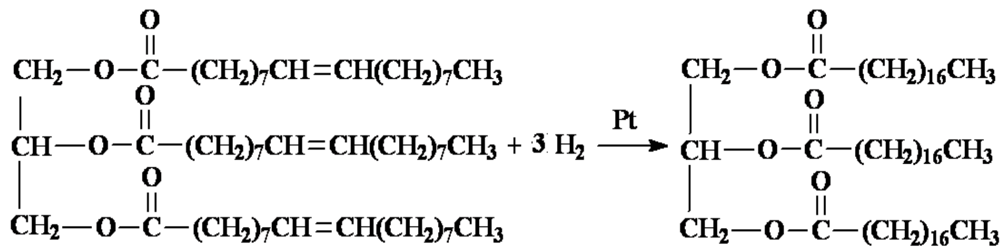
4). Trigliserida

Trigliserida merupakan lipida yang memiliki struktur ester, yang tersusun oleh tiga molekul asam lemak bebas dan satu molekul gliserol seperti yang ditunjukan pada gambar berikut.



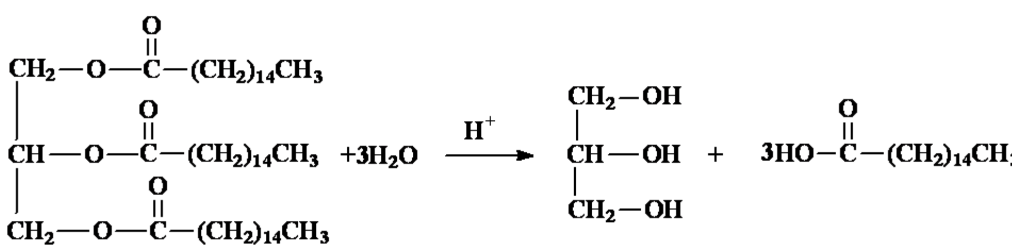
Struktur trigliserida disusun oleh 1 molekul gliserol
dan3 molekul asam lemak bebas

Reaksi kimia untuk trigliserida pada prinsipnya memiliki kesamaan dengan senyawa alkena dan ester, misalnya trigliserida dapat terhidrogenasi oleh gas Hidrogen yang dikatalisis oleh logam nikel atau logam platina, reaksi untuk senyawa tersebut disajikan dalam persamaan reaksi pada gambar berikut.



Reaksi hidrogenasi trigliserida

Reaksi hidrolisis pada trigliserida akan menghasilkan gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dapat berlangsung dalam suasana asam atau basa atau dapat pula dengan bantuan enzim. Reaksi hidrolisis dari trigliserida dapat dilihat pada persamaan di bawah ini

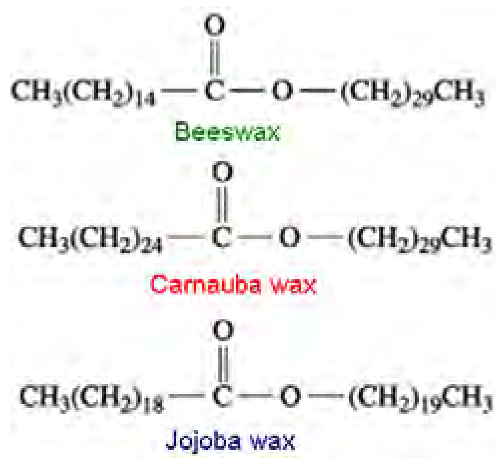


Reaksi Hidrolisi trigliserida dalam suasana asam

5). Wax

Wax merupakan jenis lipida yang dibentuk oleh senyawa asam lemak jenuh dengan alkohol yang memiliki rantai karbon panjang. Sehingga senyawa ini berbentuk ester. Senyawa ini dapat diamati pada daun yang mengandung lilin. Fungsi lapisan wax pada daun ini tidak lain untuk mengurangi penguapan, demikian pula yang ditemukan pada permukaan buah.

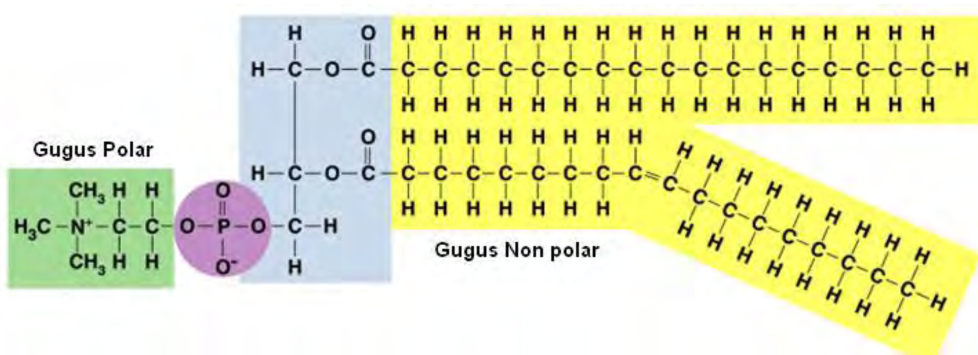
Senyawa wax yang pertama atau Besswax dapat ditemukan pada lilin, semir sepatu atau juga dimanfaatkan untuk kertas yang berlilin atau memiliki permukaan yang licin. Carnauba wax dipergunakan untuk lantai maupun peralatan kayu pelitur, sedangkan Jojoba wax dapat dipergunakan sebagai bahan kosmetika dan juga lilin.



Struktur molekul wax

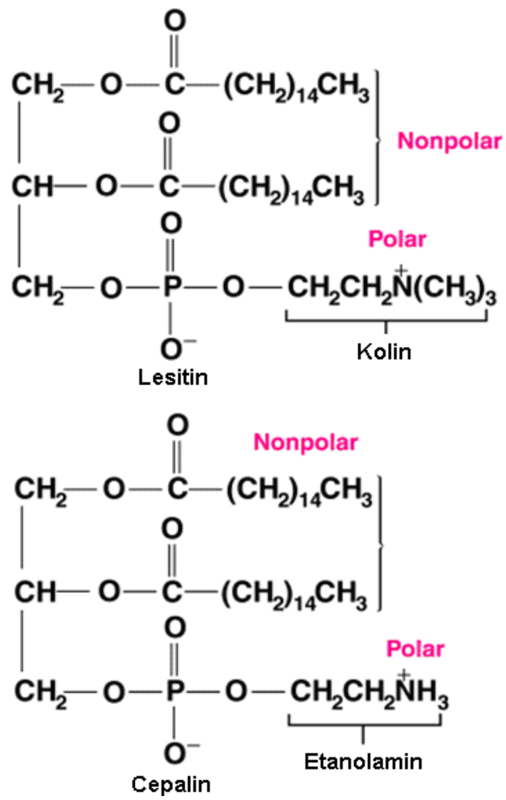
6). Gliseroposfolipida

Merupakan jenis lipida yang banyak terdapat dalam membran sel yang dibangun oleh molekul asam lemak, posfat, gliserol, amino dan alkohol. Atas dasar penyusun molekulnya maka, Gliseroposfolipida memiliki gugus polar dan non polar. Gugus polar terletak pada gugus amina dan gugus non-polar berasal dari rantai atom karbon senyawa asam lemak.



Senyawa Gliseroposfolipid

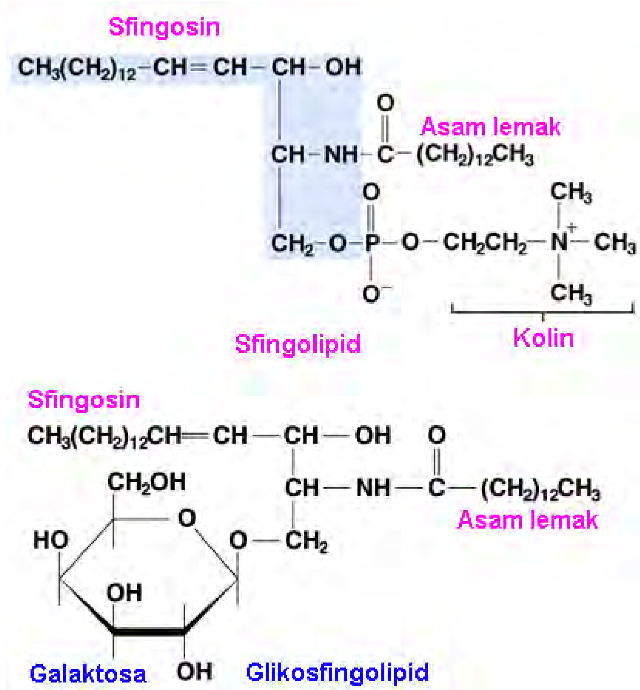
Senyawa Gliseroposfolipida yang banyak terdapat dalam makhluk hidup adalah *lecithin* dan *cephalin*, senyawa ini terdapat pada otak dan jaringan saraf, selain itu juga ditemukan di dalam telur dan ragi. Kedua senyawa tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gliseroposfolipida untuk senyawa lecithin dan cephalin

7). Sfingolipid dan glikosfingolipid

Sfingolipida adalah posfolipida yang memiliki ikatan amida antara asam lemak dengan sfingosin dan memiliki alkohol dengan jumlah atom C- 18 buah. Sedangkan senyawa glikosfingolipida mengandung monosakarida yang terikat pada gugus -OH gugus sfingosin melalui ikatan glikosida.

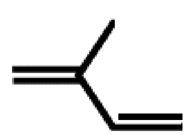


Struktur molekul senyawa Sfingolipida dan Glikosfingolipida

8). Terpena

Terpena ditemukan para ahli kimia dalam bentuk minyak atau pewangi. Hasil isolasinya juga telah memberikan petunjuk bahwa terpena dibangun oleh dua atau lebih unit isoprena. Isoprena merupakan senyawa yang dibangun oleh lima atom karbon dengan satu cabang pada atom C nomor 2. Senyawa dengan satu unit isoprena sangat jarang ditemui, sedangkan senyawa dengan dua unit isoprena sangat umum dijumpai. Senyawa terpena yang banyak ditemui di alam ditampilkan pada Tabel di bawah ini.

CH2
H2C = C - CH = CH2

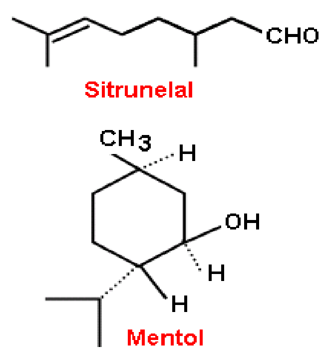


Struktur molekul isoprena

Beberapa jenis terpena yang umum dijumpai

Jumlah atom C	Jenis terpena
10	monoterpena
15	sesquiterpena
20	diterpena
30	triterpena

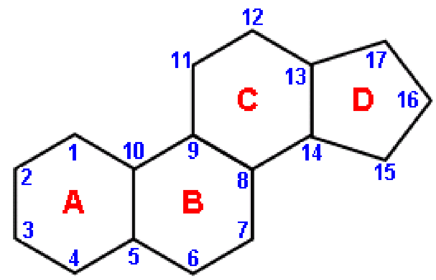
Senyawa yang pertama dinamakan monoterpena yang diketemukan mengandung oksigen dalam bentuk gugus aldehid, selanjutnya senyawa ini dikenal dengan istilah terpenoid. Contoh monoterpena adalah sitronelal (minyak jeruk). Molekul isoprena dapat membentuk siklis seperti yang ditunjukan pada senyawa mentol, kedua molekul tersebut seperti pada gambar berikut.



Lipida yang berstruktur Terpena

10). Steroid

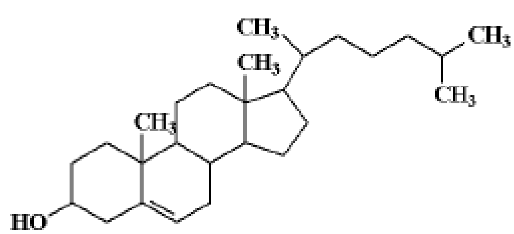
Steroid merupakan senyawa yang memiliki kerangka dasar triterpena asiklik. Ciri umum steroid ialah sistem empat cincin yang tergabung. Cincin A, B dan C beranggotakan enam atom karbon, dan cincin D beranggotakan lima.Kolestrol merupakan steroid yang terbanyak di dalam tubuh manusia.



Struktur Steroid

Kolesterol memiliki struktur dasar inti steroid yang mengandung gugus metil, gugus hidroksi yang terikat pada cincin pertama, dan rantai alkil. Kandungan kolesterol dalam darah berkisar 200-220 mg/dL, meningkatnya kadar kolesterol dalam darah dapat menyempitkan pembuluh darah di jantung, sehingga terjadi gangguan jantung koroner.

Pengobatan yang sering dilakukan adalah melebarkan pembuluh darah seperti, memasang ring atau melakukan operasi. Kolesterol dalam tubuh dibentuk di dalam liver dari makanan. Struktur kolestrol dapat dilihat pada gambar berikut.



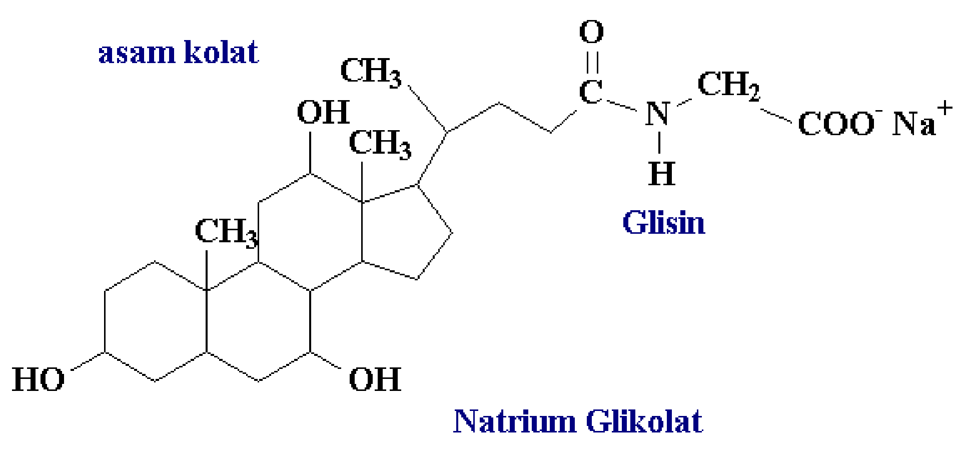
Struktur molekul kolestrol

Kolesterol dalam makan perlu kita waspadai mengingat tren penyakit jantung cukup tinggi di Indonesia. Beberapa makanan yang banyak mengandung kolesterol disajikan dalam Tabel di bawah ini.

Tabel 6. Kadar kolesterol pada berbagai makanan

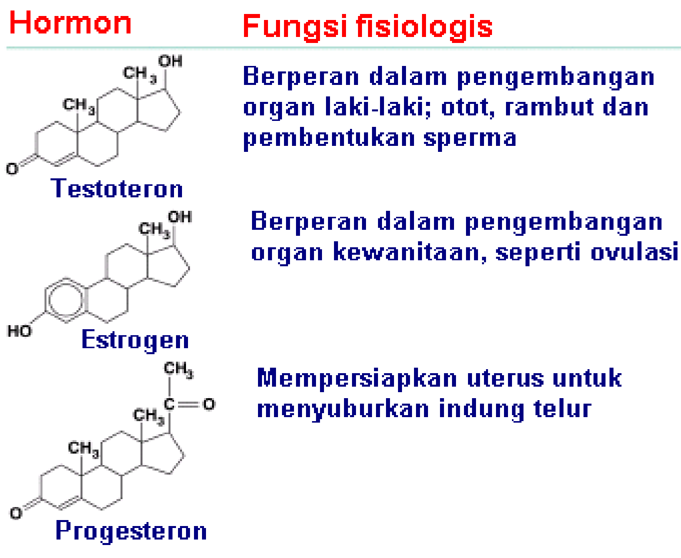
Makanan	Ukuran sajian	kolestrol (mg)
Hati (sapi)	3 ons	370
Telur	1	250
Lobster	3 ons	175
Ayam goreng	3.5 ons	130
Ayam (tanpa kulit)	3 ons	75
Ikan	3 ons	40
Butter	1 sendok makanan	30
Susu full cream	1 cup	35
Susu skim	1 cup	5
Margarine	1 sendok makanan	0

Tabel 6 . Sumber makanan dan ukuran sajian serta kandungan kolestrolnya Garam empedu merupakan hasil sintesa kolestrol dan disimpan dalam *bladder*, peran senyawa ini adalah untuk mengemulsikan asam lemak dan minyak sehingga memperluas permukaan lipida yang akan dibongkar secara enzimatik. Struktur molekul garam empedu dapat dilihat pada gambar berikut.



Struktur molekul Garam empedu

Contoh lain dari lipida jenis steroid adalah hormon seks bagi kaum laki-laki dan perempuan seperti testoteron, estradiol dan progesteron. Struktur molekul danfungsinya dapat dilihat dalam gambar berikut.



Jenis hormon dan fungsi fisiologisnya

h. Protein

Protein (asal kata *protos* dari bahasa Yunani yang berarti "yang paling utama") adalah senyawa oranik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus.

Kebanyakan protein merupakan enzim atau subunit enzim. Jenis protein lain berperan dalam fungsi struktural atau mekanis, seperti misalnya protein yang membentuk batang dan sendi sitoskeleton. Protein terlibat dalam sistem kekebalan (imun) sebagai antibodi, sistem kendali dalam bentuk hormon, sebagai komponen penyimpanan (dalam biji) dan juga dalam transportasi hara. Sebagai salah satu sumber gizi, protein berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino tersebut (heterotrof).

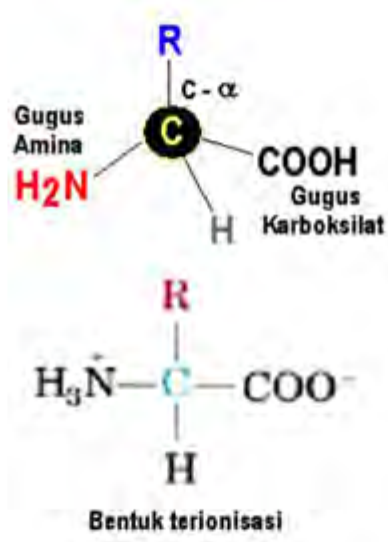
Protein merupakan salah satu dari biomolekul raksasa, selain polisakarida, lipid, dan polinukleotida, yang merupakan penyusun utama makhluk hidup. Selain itu, protein merupakan salah satu molekul yang paling banyak diteliti dalam biokimia. Protein ditemukan oleh Jons Jakob Berzelius pada tahun 1883.

Protein merupakan komponen utama dalam sel hidup yang memegang peranan penting dalam proses kehidupan. Protein berperan dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus. Protein dalam bentuk enzim beperan sebagai katalis dalam bermacam-macam proses biokimia. Sebagai alat transport, yaitu protein hemoglobin mengikat dan mengangkut oksigen dalam bentuk (Hb-O) ke seluruh bagian tubuh.

Dalam tinjauan kimia protein adalah senyawa organik yang kompleks berbobot molekul tinggi berupa polimer dengan monomer asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur serta Posfor.

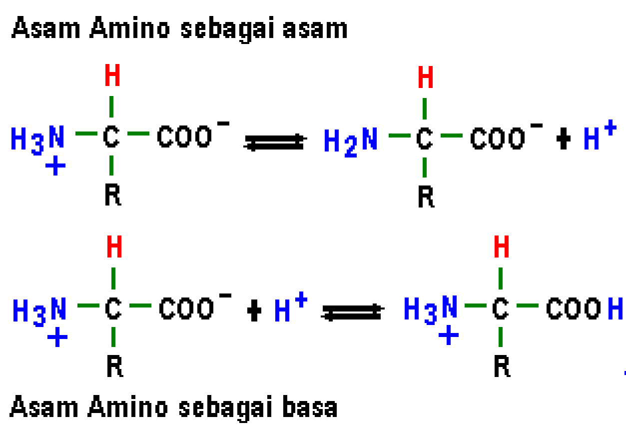
1) Asam Amino

Untuk pembahasan protein kita kaji terlebih dahulu monomer penyusun protein yaitu asam amino. Asam amino adalah senyawa organik yang memiliki gugus fungsional karboksilat (COOH) dan amina (NH_2) yang terikat pada satu atom karbon (Cα) yang sama, atom ini juga umumnya merupakan C asimetris. Secara rinci struktur asam amino dibangun oleh sebuah atom C yang mengikat empat gugus yaitu; gugus amina (NH_2), gugus karboksilat (-COOH), atom hidrogen (H), dan satu gugus sisa R. Gugus ini yang membedakan satu asam amino dengan asam amino lainnya, coba perhatikan gambar berikut

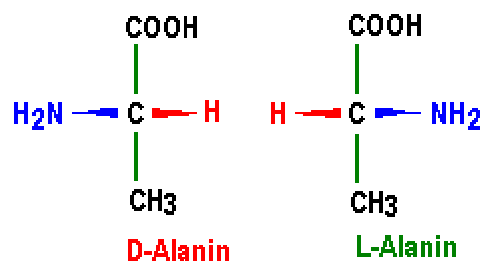


Asam Amino

Gugus karboksilat menyebabkan asam amino bersifat asam gugus amina bersifat basa. Dalam larutan, asam amino bersifat amfoter, sebagai asam pada media basa dan menjadi basa pada suasana asam. Hal ini dikarenakan protonasi, gugus amina menjadi –[NH_3^+] dan gugus karboksilat menjadi ion –[COO^-], sehingga asam amino memiliki dua muatan dan disebut dengan zwitter-ion lihat gambar berikut.

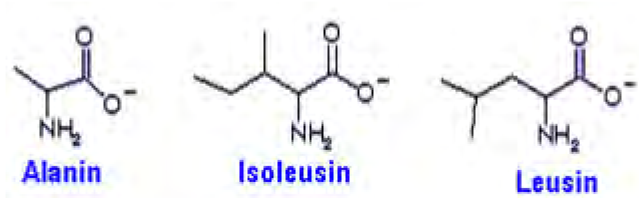


Keberadaan C asimetrik menjadi pusat kiral dan molekul asam amino memiliki isomer optik yang umumnya diberi notasi dextro (D) dan levo (L), struktur kedua isomer dapat ditunjukan oleh alanin sebagai berikut



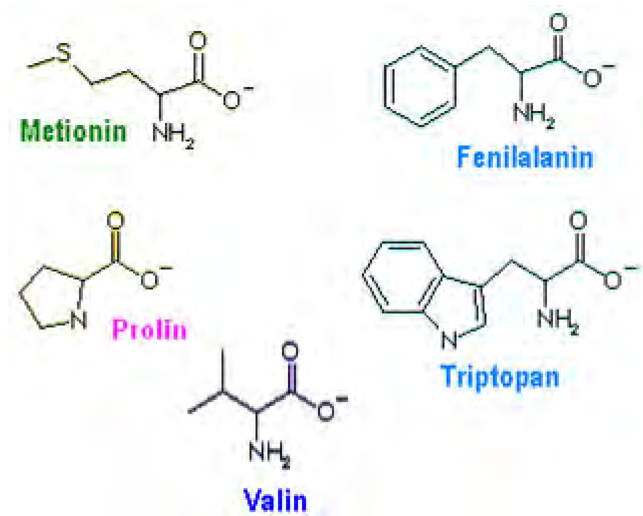
Penggolongan Asam amino didasari pada sifat dan struktur gugus sisa (R), seperti gugus R yang bersifat asam, basa, gugus R yang mengandung belerang atau hidroksil, R sebagai senyawa aromatik, alifatik dan yang siklik. Namun penggolongan yang umum dipergunakan adalah sifat polaritas dari gugus R.

a) Asam amino dengan R yang bersifat non polar. Gugus R dalam golongan asam amino merupakan senyawa hidrokarbon, dengan karakteristik hidrofobik. Golongan ini terdiri dari lima senyawa asam amino yang memilliki gugus R alifatik yaitu alanin, valin, leusin, isoleusin dan prolin, sedangkan gugus R yang mempunyai struktur aromatik meliputi fenil alanin dan triptopan, serta satu molekul yang mengandung belerang yaitu methionin. Golongan ini memiliki struktur seperti gambar berikut.

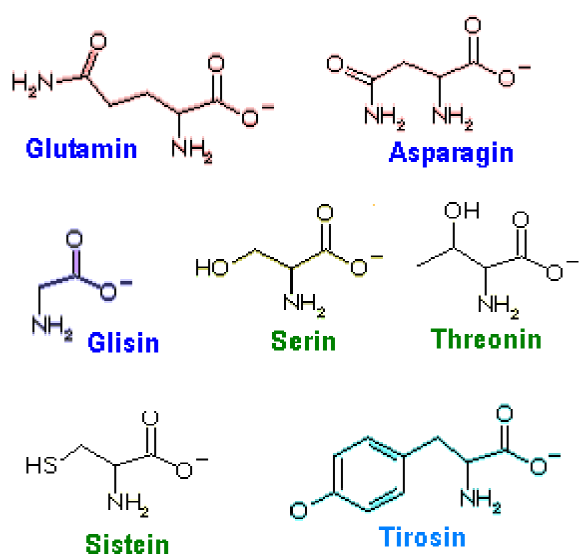


b) Asam amino dengan R polar tapi tidak bermuatan, asam amino ini bersifat polar, dan hidrofilik atau lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan asam amino jenis

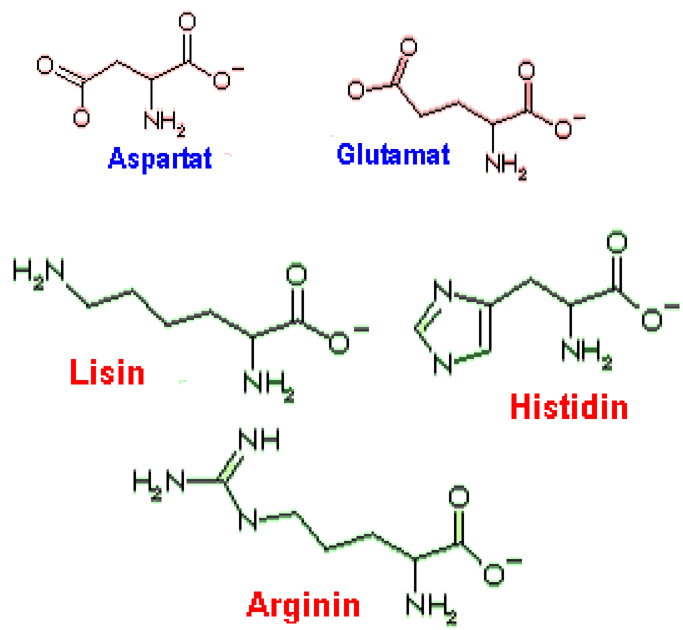
c) pertama. Golongan ini memiliki gugus fungsional yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Beberapa asam amino yang masuk dalam golongan ini adalah; glisin, serin, treonin, sistein, tirosin, asparagin dan glutamin. Senyawa dalam kelompok ini ditampilkan pada gambar berikut.



d) Asam amino dengan gugus R yang bermuatan negatif, kelompok ini hanya terdiri dari dua asam amino yang memiliki gugus bermuatan total negatif, yaitu asam aspartat dan asam glutamat. Kedua molekul ini memiliki gugus tambahan yang bermuatan negatif yaitu gugus karboksilat. Asam amino ini disajakan pada gambar berikut.



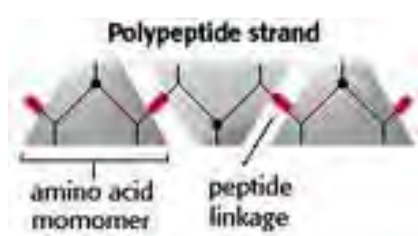
e) Asam amino dengan gugus R bermuatan positif. Lisin merupakan asam amino yang masuk dalam golongan ini, akan memiliki muatan total positif pada pH 14. Sedangkan arginin mengandung gugus guanidine yang bermuatan positif dan histidin mengandung gugus imidazol yang sedikit mengion. Kelompok asam amino ini memiliki struktur seperti pada gambar berikut.



2) Struktur Protein

Struktur protein dapat dilihat sebagai hirarki, yaitu berupa struktur primer (tingkat satu), sekunder (tingkat dua), tersier (tingkat tiga), dan kuartener (tingkat empat):

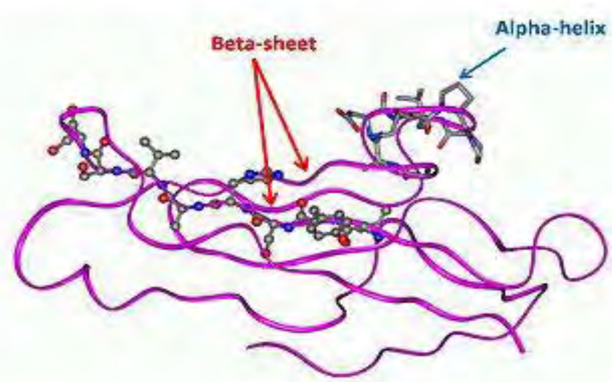
a) Struktur Primer Protein merupakan urutan asam amino penyusun protein yang dihubungkan melalui ikatan peptida (amida) pada gambar berikut.



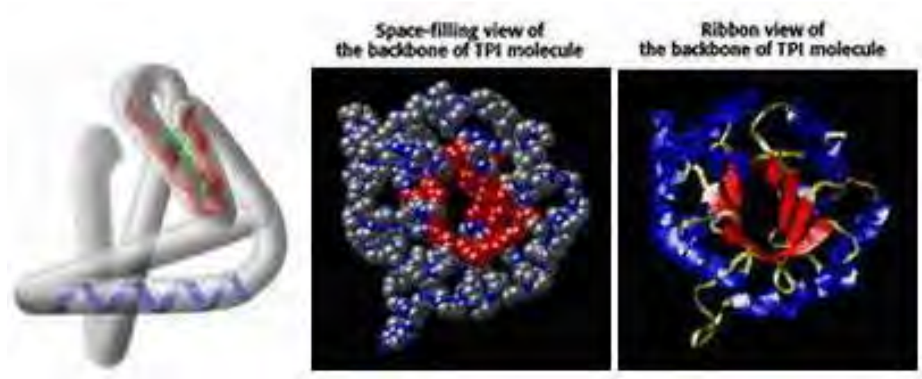
b) Struktur Sekunder Protein adalah struktur tiga dimensi lokal dari berbagai rangkaian asam amino pada protein yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Dua pola terbanyak adalah alpha helix dan beta. Berbagai bentuk struktur sekunder misalnya ialah sebagai berikut:

- *Alpha helix* (*α-helix*, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
- *Beta-sheet* (*β-sheet*, "lempeng-beta"), berupa lembaran-lembaran lebar yang tersusun dari sejumlah rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan hidrogen atau ikatan tiol (s-h);
- *Beta-turn*, (*β-turn*, "lekukan-beta"); dan
- *Gamma-turn*, (*γ-turn*, "lekukan-gamma").

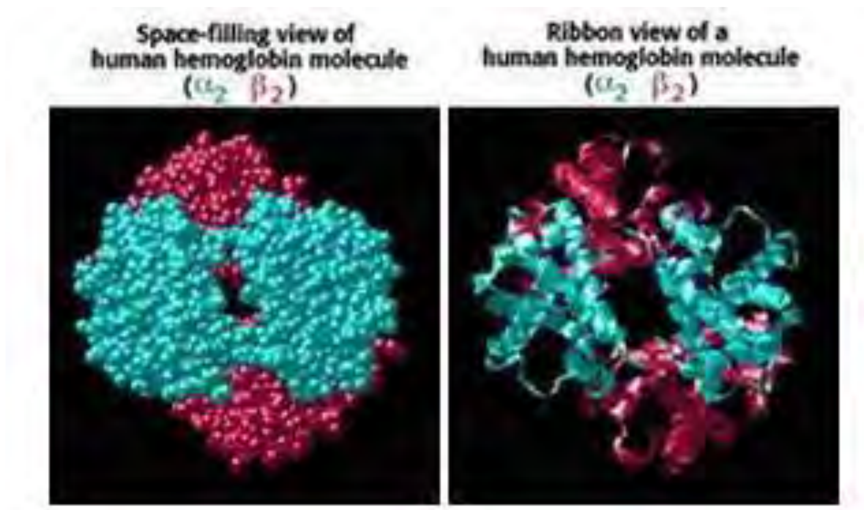




c) Struktur Tersier Protein merupakan lipatan secara keseluruhan dari rantai polipeptida sehingga membentuk struktur 3 dimensi tertentu. Struktur tersier biasanya berupa gumpalan. Beberapa molekul protein dapat berinteraksi secara fisik tanpa ikatan kovalen membentuk oligomer yang stabil (misalnya dimer, trimer, atau kuartomer) dan membentuk struktur kuartener.



d) Struktur Kuartener Protein adalah struktur kuartener menggambarkan subunit-subunit yang berbeda dikemas bersama-sama membentuk struktur protein. Contoh struktur kuartener yang terkenal adalah enzim Rubisco dan insulin. Sebagai contoh adalah molekul hemoglobin manusia yang tersusun atas 4 subunit.



Struktur primer protein bisa ditentukan dengan beberapa metode: (1) hidrolisis protein dengan asam kuat (misalnya, 6N HCl) dan kemudian komposisi asam amino ditentukan dengan instrumen*amino acid analyzer*, (2) analisis sekuens dari ujung-N dengan menggunakan degradasi Edman, (3) kombinasi dari digesti

dengan tripsin dan spektrometri massa, dan (4) penentuan massa molekular dengan spektrometri massa.

Struktur sekunder bisa ditentukan dengan menggunakan spektroskopi *circular dichroism* (CD) dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Spektrum CD dari puntiran-alfa menunjukkan dua absorbans negatif pada 208 dan 220 nm dan lempeng-beta menunjukkan satu puncak negatif sekitar 210-216 nm. Estimasi dari komposisi struktur sekunder dari protein bisa dikalkulasi dari spektrum CD. Pada spektrum FTIR, pita amida-I dari puntiran-alfa berbeda dibandingkan dengan pita amida-I dari lempeng-beta. Jadi, komposisi struktur sekunder dari protein juga bisa diestimasi dari spektrum inframerah.

Struktur protein lainnya yang juga dikenal adalah *domain*. Struktur ini terdiri dari 40-350 asam amino. Protein sederhana umumnya hanya memiliki satu *domain*. Pada protein yang lebih kompleks, ada beberapa *domain* yang terlibat di dalamnya. Hubungan rantai polipeptida yang berperan di dalamnya akan menimbulkan sebuah fungsi baru berbeda dengan komponen penyusunnya. Bila struktur *domain* pada struktur kompleks ini berpisah, maka fungsi biologis masing-masing komponen domain penyusunnya tidak hilang. Inilah yang membedakan struktur *domain* dengan struktur kuartener. Pada struktur kuartener, setelah struktur kompleksnya berpisah, protein tersebut tidak fungsional.

e) Manfaat Protein

Manfaat protein bagi tubuh kita sangatlah banyak. Protein sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tubuh kita. Diantara manfaat protein tersebut adalah sebagai berikut:

- Sebagai enzim. Protein memiliki peranan yang besar untuk mempercepat reaksi biologis.

- Sebagai alat pengangkut dan penyimpan. Protein yang terkandung dalam hemoglobin dapat mengangkut oksigen dalam eritrosit. Protein yang terkandung dalam mioglobin dapat mengangkut oksigen dalam otot.
- Untuk Penunjang mekanis. Salah satu protein berbentuk serabut yang disebut kolagen memiliki fungsi untuk menjaga kekuatan dan daya tahan tulang dan kulit.
- Sebagai Pertahanan tubuh atau imunisasi Pertahanan tubuh. Protein ini biasa digunakan dalam bentuk antibodi.
- Sebagai Media perambatan impuls syaraf.
- Sebagai Pengendalian pertumbuhan.

Menanya

Buatlah pertanyaan tertulis setelah anda mengerjakan tugas membaca uraian materi pada modul pokok bahasan satu ini dan anda juga telah mengerjakan tugas mengamati . Pertanyaan yang anda buat harus jelas berkaita dengan pejelasan teori baik prinsip, konsep maupun fakta atau anda dapat menanyakan suatu prosedur. Beberapa pertanyaan yang anda dapat sampaikan misalnya sebagai berikut.

a. Mohon dijelaskan rumus umum dari alkohol dan berikan contohnya!
b. Mohon dijelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya!
c. Mohon dijelaskan rumus umum dari aledehida dan berikan contohnya
d. Mohon dijelaskan rumus umum dari ester dan berikan contohnya!
e. Mohon dijelaskan rumus dari asam karboksilat dan berikan contohnya!
f. Mohon dijelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya!
g. Mohon dijelaskan senyawa karbohidrat dan berikan contohnya!

h. Mohon dijelaskan senyawa protein!
i. Mohon dijelaskan senyawa lemak dan bagaimana sifatnya!

Pertanyaan yang diajukan

………
………
………
………
………
………
………
………
………

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

....

....

4. Tugas

a. Mengumpulkan informasi / mencoba / melakukan percobaan

1) Praktikum Identifikasi Alkohol

a) Tujuan: Mengidentifikasi Sifat AlkohoL

b) Alat

- Batang gelas
- Tabung reaksi
- Pemanas

c) Bahan

- Etanol
- $CuSO_4$
- K_2CO_3
- Air

d) Langkah Percobaan

- Mendeteksi air dalam etanol

  Ambil etanol 96% dalam tabung reaksi kemudian tambahkan beberapa tetes air. Amati apakah air dapat terlarut sempurna.

Ke dalam sebuah tabung reaksi yang berisi etanol yang mengandung sedikit air dimasukkan tembaga (II) sulfat anhidrat. Beberapa saat kemudian garam tembaga (II) sulfat memisah atau mengendap sebagai garam tembaga (II) sulfat terhidratasi. ($CuSO_4$. $5H_2O$)

- Menarik air dengan garam kalium karbonat
  Alkohol encer kurang dari 50 %, tidak dapat terbakar, diuji dengan mencelupkan batang gelas ke dalamnya dan membakarnya pada nyala api. Alkohol encer tersebut sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu dikocok dengan cukup banyak (± 1 g) garam kalium karbonat anhidrat. Alkohol berkadar tinggi memisah pada bagian atas campuran, dibuktikan dengan sifat mudah terbakar.

e) Pengamatan

No	**Langkah Kerja**	**Pengamatan**	**Reaksi**

f) Pertanyaan diskusi

- Jelaskan secara singkat yang dimaksud dengan etanol dan reaksi-reaksi apa yang dapat terjadi ?

- Jelaskan reaksi yang terjadi antara etanol dengan tembaga (II) sulfat anhidrat.!
- Tulislah reaksi pada pertanyaan no 2.!
- Jelaskan faktor utama yang mempengaruhi sifat mudah terbakar dari alkhol !
- Jelaskan mengapa penambahan garam kalium karbonat anhidrat dapat meningkatkan kadar alkohol !

2) Praktikum Identifikasi Senyawa Keton

a) Tujuan

Mengidentifikasi Reaksi Iodoform

b) Alat

- Pipet tetes
- Pemanas
- Tabung reaksi

c) Bahan

- Etanol
- Aseton
- NaOH 1%
- NH_4OH 5%

d) Langkah Percobaan

- **Reaksi Iodoform terhadap etanol**

  Setetes etanol dalam tabung reaksi diencerkan dengan 1 ml air. Ke dalam tabung reaksi tambahkan 5 tetes larutan iodium (KI_3), lalu panaskan sedikit. Kemudian ditambahkan larutan natrium hidroksida encer (1%), setetes-demi setetes sampai warna iodium hilang.

- **Reaksi Iodoform terhadap aseton**

  Setetes aseton diencerkan dengan 1 ml seperti di atas (a). Selanjutnya lakukan reaksi iodoform seperti di atas.
- **Ulangi percobaan a** dengan larutan natrium hidroksida diganti dengan larutan amonium hidroksida 5 %.
- **Ulangi percobaan b** dengan larutan natrium hidroksida diganti dengan larutan amonium hidroksida 5 %.

e) Pengamatan

No	Langkah Kerja	Pengamatan (Bau, Warna,dll)	Reaksi

f) Pertanyaan diskusi

- Jelaskan secara singkat yang dimaksud dengan senyawa keton dan reaksi-reaksi apa yang dapat terjadi ?
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara etanol dengan larutan iodium dan NaOH encer!
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara aseton dengan larutan iodium dan NaOH encer!
- Jelaskan reaksi antara etanol dengan iodium dan larutan amonium hidroksida !
- Jelaskan reaksi antara aseton dengan iodium dan larutan amonium hidroksida 5!

3) Praktikum Identifikasi karbohidrat dengan Uji Molish

a) Tujuan: Mengidentifikasi karbohidrat

b) Bahan

- Glukose 1%
- Fruktose %
- Maltose 1%
- Sukrose 1%
- Xylose 1%
- Pati 1%
- Laktose 1%
- H_2SO_4

c) Alat

- Tabungreaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet volume
- Pipet tetes

d) Prosedur Percobaan

- Siapkan 7 tabung reaksi
- Mengisi masing-masing tabung dengan 2ml Glukose1%, Fruktose1%, Maltose 1%, Sukrose 1%, Xylose 1%, Pati 1% dan Laktose 1%
- MenambahkanH_2SO_4pekat padamasing-masing tabungmelalui dinding tabung pelan-pelan sampai timbil 2 lapisan
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Amati perubahan yang terjadi

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil pengamatan	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Jelaskan secara singkat yang dimaksud dengan senyawa karbohidrat dan reaksi-reaksi apa yang dapat terjadi ?
- Jelaskan reagen molisch apa komposisinya
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara karbohidrat dengan reagen Mo!isch

4) Identifikasi karbohidrat sederhana (monosakarida) dengan UjiBenedictl

a) Tujuan**: Membuktikan adanya gula reduksi yang dibuktikan** endapanhalus/kasar atau terlihat kekeruhan dengan hijau, kuning ataumerahtergantungdarihaluskasarnya endapan Cu_2O.

b) Bahan

- Glukose 1%
- Fruktose 1%
- Sukrose 1%
- Jambu biji
- Wortel

- Gula merah
- Sirup
- Reagent Benedict

c) Alat

- Tabung reaksi
- RaktabungReaksi
- Pipet Volume
- Pemanas
- Beaker glass

d) Prosedur Percobaan

- Siapkan 3 tabung reaksi
- Mengisi bahan Glukose 1%, Fruktose 1% dan Sukrose 1% sebanyak 1ml pada masing-masing tabung.
- Menambahkan 2 ml reagent benedict pada masing-masing tabung.
- Mengamati perubahan yang terjadi
- Kemudian memanaskan sampai mendidih selama 10 menit
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Amati perubahan yang terjadi

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Jelaskansecara singkat yang dimaksud dengan senyawa karbohidrat sederhana !

- Reaksi apa yang dapat terjadi pada karbohidrat sederhana tersebut ?
- Jelaskan reagen benedict apa komposisinya !
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara karbohidrat dengan reagen benedict !

5) Identifikasi jenis karbohidrat dengan UjiIodium

a) Tujuan: Membuktikan adanya karbohidrat golongan polisakarida. Amilose dengan iodine akan berwarna biru, amilopektin denganiodineakanberwarnamerahviolet,glikogenmaupundextrinden gan iodineakanberwarnacoklat

b) Bahan
- Amilum
- Aquades
- HCl
- NaOH
- Iodin

c) Alat
- Tabung Reaksi
- Raktabungreaksi
- Pipet tetes
- Pipet volume

d) Prosedur Percobaan

- Siapkan 3 tabung reaksi
- Memipet kedalam 3 tabung reaksi masing-masing 3 ml larutan amilum
- Menambahkan2tetesairkedalamtabungreaksi.2tetesHClpada tabungkeduadan2tetesNaOHpada tabungketiga
- Kocoksemuatabung,lalumenembahkan1teteslarutanIodinkedalam masing-masing tabung
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Amati perubahan yang terjadi

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Reaksi apa yang dapat terjadi pada karbohidrat sederhana tersebut ?
- Jelaskan reagen Iodiumapa komposisinya !
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara karbohidrat dengan reagen iodium!

6) Identifikasi protein dengan Uji Millon

a) Tujuan: Membuktikan adanya protein yang mempunyai gugus hidroksi penil bereaksi dengan larutan mercuri nitrat dapat menghasilkan larutan atau endapanyangberwarnamerah.

b) Bahan
- Albumin
- Gelatin
- Casein
- Reagent Millon

c) Alat
- Tabung reaksi
- Raktabungreaksi
- Pipet volume
- Pipet tetes
- Beaker glass
- Pemanas

d) Prosedur Percobaan
- Siapkan3tabungreaksimasing-masingdiisidenganbahanalbumin, gelatin dan casein 2 ml
- Masing-masingtabungtambahkandenganreagentmillonsebanyak4 tetes, maka akanterjadiendapan
- Kemudian panaskan delam penangas air yang mendidih
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Amatilah perubahan yang terjadi.

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Reaksi apa yang dapat terjadi antara protein dengan reagan milon ?
- Jelaskan komposisi dari reagen milon !
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara protein dengan reagen milon!

7) Identifikasi protein dengan Uji Biuret

a) Tujuan:membuktikan gugus amin proteinbereaksi Cu dalamsuasana basam (uji bioret) mengahasilkan warna violet

b) Bahan

- Albumin 20%
- Gelatin 20%
- Casein 20%
- NaOH 0.1N
- CuSO 40.1N

c) Alat

- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet volume
- Pipet tetes

d) Prosedur Percobaan

- Siapkan 3 tabung reaksi
- Mengisi dengan albumin, gelatin, dan casein sebanyak 1ml pada tiap- tiap tabung
- Tambahkan NaOH 1ml dan CuSO40.1N sebanyak 2 tetes pada ketiga tabung
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Mengamati perubahan yang terjadi

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Reaksi apa yang dapat terjadi antara protein dengan reagan biuret ?
- Jelaskan komposisi dari reagen biuret !
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara protein dengan reagen biuret!

8) Uji Sifat Lemak

a) Tujuan : membuktikan sifat –sifat lemak atau minyak yang dapat larut dalam senyawa organik seperi eter dan tidak larut dalam senyawa polar serta tidak dapat melarutkan garam

b) Bahan
- Aquades
- Bensin
- Na_2CO_3
- Eter
- Minyak kelapa

c) Alat
- Tabung reaksi
- Raktabung reaksi
- Pipet volume

d) Prosedur Percobaan
- Siapkan 4 tabung reaksi
- Masing-masing diisi dengan aquades, bensin, Na_2CO_3, dan eter sebanyak 1ml
- Tambahkan 1 ml minyak kelapa pada masing-masing tabung
- Mengocok sampai homogen kemudian membiarkan beberapa waktu
- Ulangi percobaan sekali lagi
- Amati perubahan yang terjadi

e) Pengamatan

No	Bahan yang diuji	Cara pengujian	Hasil	Keterangan

f) Pertanyaan diskusi

- Reaksi apa yang dapat terjadi antara lemak dengan NaOH ?
- Jelaskan kepolaran dari lemak atau minyak !
- Jelaskan yang reaksi yang terjadi antara lemak dengan aquades, bensin, Na_2CO_3, dan eter!

b. Mengasosiasikan Data

1) Mengidentifikasi Sifat Alkohol

a) Berdasarkan sifat kelarutannya air dan etanol bersifat saling ………………………………. hal itu karena air bersifat ………………………... dan etanol bersifat ……………………………………………………………………...

b) Hasil pengamatan proses identifikasi etanol menunjukkan bahwa tembaga (II) sulfat anhidrat yang dimasukan dalam tabung reaksi akan berada pada bagian …………………………………………..hal itu akan terjadi ………………………………………...tembaga (II) sulfat anhidrat dapat menarik air yang terlarut dalam etanol namun tidak menarik etanol hal itu terjadi karena kepolaran air lebih …………………. dibandingkan dengan kepolaran etanol.

c) Alkhol encer yang tadinya sulit terbakar setelah ditambah garam kalium karbonat menjadi mudah terbakar hal itu karena ……………… ……………………………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………

d) Berdasarkan percobaan maka dapat disimpulkan bahwa etanol mempunyai sifat ……………………………………………………………………….... ……..…………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………

2) Mengidentifikasi Sifat Alkohol dan Aseton

a) 1 ml Etanol+ air 1 ml + 5 tetes larutan iodium (KI_3)+ panaskan + larutan natrium hidroksida encer (1%) akan terjadi perubahan ………… ……………………………………… hal itu menunjukkan bahwa ……………………………………………………………………………………………

b) 1 ml aseton + air 1 ml + 5 tetes larutan iodium (KI_3)+ panaskan + larutan amonium hidroksida 5 %.akan terjadi perubahan ………… …………………………………… hal itu menunjukkan bahwa ……………………………………………………………………………………………

c) 1 ml Etanol+ air 1 ml + 5 tetes larutan iodium (KI_3)+ panaskan + larutan amonium hidroksida 5 % akan terjadi perubahan ………… …………………………………… hal itu menunjukkan bahwa ……………………………………………………………………………………………

d) 1 ml aseton+ air 1 ml + 5 tetes larutan iodium (KI_3)+ panaskan + larutan amonium hidroksida 5 % akan terjadi perubahan ………… …………………………………… hal itu menunjukkan bahwa ………………………………………………………………………………………………

e) Kesimpulan dari percobaan adalah ……………………………………………… ……………………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………

3) **Mengidentifikasi Sifat Karbohidrat**

a) Bahanyang positif terhadap uji molish adalah ……………….....................
Hal itu menunjukkan bahwa bahan tersebut ………………………………...
……………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………..

b) Bahan yang positif terhadap uji benedict adalah ………………..................Hal itu menunjukkan bahwa bahan tersebut ………………………………...
……………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………..

c) Bahan yang positif terhadap uji iodium adalah ………………....................Hal itu menunjukkan bahwa bahan tersebut ………………………………...
……………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………..

d) Dapat disimpulkan bahwa karbohidrat golongan monosarida mempunyai sifat ……………………………………………………………………..
golongan karbohidrat polisakarida mempunyai sifat ….........................
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………

4) **Mengidentifikasi Sifat Protein**

a) Bahan yang positif terhadap uji Milon adalah ……………….....................
……………………… hal itu meunjukkan bawha bahan tersebut ……………..
……………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………

b) Bahan yang positif terhadap uji biuret adalah ………………..........................……………………… hal itu meunjukkan bawha bahan tersebut ……………..

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

c) Dapat disimpulkan bahwa asam amino dari suatu protein mempunyai sifat ……………………………………………………………………………..

……..

....

5) Mengidentifikasi Sifat Kelarutan Lemak

a) Lemak tidak larut dalam ………………...

b) Lemak larut dalam ……………………………………………………………………....

c) Hal itu meunjukkan bahwa lemak merupakan senyawa …………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………

c. Mengkomunikasikan Hasil Percobaan

1) Buatlah laporan bercobaan yang ringkas namun jelas (5-8 halaman) dengan out line sebagai berikut:

a) Halaman sampul memuat judul praktikum, waktu / tanggal praktikum, tempat, anggota kelompok

b) Daftar isi

c) Bab I: Pendahuluan (2-3 halaman)

- Tujuan Percobaan
- Landasan teori

d) Bab II: Pelaksanaan (2-3 halaman)

- Alat dan bahan
- cara kerja percobaan
- Lembar pengamatan

e) Bab III: Hasil dan Pembahasan (2-3 halaman)

f) Daftar pustaka 1 halaman

2) Presentasikan laporan bercobaan anda dengan jelas dengan aturan sebagai berikut:

a) Satu kelompok presentasi 15 menit dan tanggapan 15 menit (2-3 penanya).

b) Tetapkan juru bicara, moderator, dan sekretaris, pemberi tanggapan utama dalam kelompok anda.

c) Jika di kelas anda terdapat 4 kelompok maka jika kelompok 1 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 2, jika kelompok 2 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 3, jika kelompok 3 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 4, jika kelompok 4 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 5, dan jika kelompok 5 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 1.

5. Tes Formatif

a. Jelaskan rumus umum dari alkohol dan berikan contohnya !

b. Jelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya !

c. Jelaskan rumus umum dari aledehida dan berikan contohnya !

d. Jelaskan rumus umum dari ester dan berikan contohnya !

e. Jelaskan rumus dari asam karboksilat dan berikan contohnya !

f. Jelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya !

g. Jelaskan senyawa karbohidrat dan berikan contohnya !

h. Jelaskan senyawa protein !

i. Jelaskan senyawa lemak dan bagaimana sifatnya !

C. Penilaian

1. Sikap

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian dir terhadap sikap Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran dua ini meliputi dua hal yaitu sikap ilmiah dan komunikatif.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian sikap yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Format Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				
	Total Skor				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Rubrik penilaian sikap ilmiah

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 : Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 : Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 : Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 : kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 : jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Rubrik Penilaian sikap partisipatif, kreatif, kerjasama dan ketertiban

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Partisipatif				
2	Saling menghargai dalam bertanya				
3	Saling menghargai dalam menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh (partisipatif):

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek menghargai dalam bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas dengan sopan, tidak sombong dan tidak ada kesan menguji

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas dengan sopan, tidak sombong dan tidak ada kesan menguji

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan dengan nada tinggi dan terkesan menguji / sombong

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek menghargai dalam menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas dengan sopan, tidak sombong dan tidak emosional

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas dengan percaya diri yang berlebihan sehingga terkesan agak sombong

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya kurang jelas dan tidak percaya diri

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 : Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

2. Keterampilan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap keterampilan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi tuga hal yaitu keterampilan melakukan percobaan, presentasi dan pembuatan laporan.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian ketarampilan yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

Keterampilan melakukan percobaan

No	**Aspek yang dinilai**	**Penilaian**		
		1	**2**	**3**
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			
	TOTAL			

Aspek yang dinilai			
	1	**2**	**3**
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

Format Penilaian Presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

Rubrik Kriteria penilaian presentasi

a. Kejelasan presentasi

Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

b. Pengetahuan

Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

c. Penampilan

Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

Format Penilaian Laporan

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan				
2	Data Pengamatan				
3	Analisis dan kesimpulan				
4	Kerapihan Laporan				

Rubrik Kriteria penilaian Laporan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporam hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

3. Pengetahuan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap pengetahuan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu dengan cara menjawab pertanyaan dengan jelas.
b. Selama Anda mengerjakan tes pengetahuan anda dilarang melihat kunci jawaban ataupun naskah modul.
c. Lakukan pemeriksaan jawaban anda dengan mencocokan pekerjaan anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Lakukan pemeriksaan sacara objektif.
d. Berikan nilai 1-4 pada setiap jawaban yang anda buat.
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

Soal tes pengetahuan

a. Jelaskan rumus umum dari alkohol dan berikan contohnya!
b. Jelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya!
c. Jelaskan rumus umum dari aledehida dan berikan contohnya
d. Jelaskan rumus umum dari ester dan berikan contohnya!
e. Jelaskan rumus dari asam karboksilat dan berikan contohnya!
f. Jelaskan rumus umum dari eter dan berikan contohnya!
g. Jelaskan senyawa karbohidrat dan berikan contohnya!
h. Jelaskan senyawa protein!
i. Jelaskan senyawa lemak dan bagaimana sifatnya!

Rubrik kunci jawaban

skor 4 : kalau jawaban benar sesuai dengan kunci jawaban
skor 3 : kalau jawaban ¾ benar dan
skor 2 : kalau jawaban setengah benar
Skor 1 : jika ada jawaban namun tidak benar,

Anda memperoleh skor 4 apabila jababan Anda sebagai berikut

a. Alkohol mempunyai rumus umum R-OH. Strukturnya serupa dengan air, tetapi satu hidrogennya diganti dengan satu gugus alkil. Gugus fungsi alkohol adalah gugus hidroksil (-OH). Contohnya etanol (C_2H_5OH).
b. Eter adalah senyawa yang mempunyai dua gugus organik melekat pada atom oksigen tunggal. Rumus umum eter ialah R-O-R', yang R dan R'- nya bisa sama atau berbeda, gugusnya dapat berupa alkil atau aril. Contohnya deetil eter, petrolium eter.
c. Aldehid adalah suatu senyawa yang mengandung gugus karbonil (C=O) yang terikat pada sebuah atau dua buah unsur hidrogen. Rumus umum aldehida adalah R-COH. Contohnya formal dehida.

d. Keton adalah suatu senyawa organik yang mempunyai sebuah gugus karbonil (C=O) terikat pada dua gugus alkil, dua gugus aril atau sebuah alkil dan sebuah aril. Contohnya aseton.
e. Asam karboksilat adalah turunan hidrokarbon yang mempnyai gugus fungsi karboksilat yang merupakan gabungan antara gugus karbonil dan hidroksil. Rumus asam karboksilat rumus umum R-COOH. Contohnya asam asetat.
f. Ester turunkan dari asam karboksilat dengan mengganti gugus OH dengan gugus OR. Rumus umum ester adalah R-CO-OR. Contohnya metil ester.
g. Karbohidrat selain sebagai sumber utama energi organisme hidup yang mempunyai gugus fungsi aldehida, keton, dan hidroksil. Karbohidrat dapat digolongkan menjadi tiga yaitu monosakarida contohnya glukosa, disakarida contohnya sukrosa, Oligosakarida contohnya dekstrin dan polisakarida contohnya amilum dan amilosa.
h. Protein adalah senyawa oranik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida
i. Lipida mudah larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Struktur kimia lipida sangat bervariasi meskipun sifat kelarutanya mirip. Lipida ada yang berupa persenyawaan ester dan hidrokarbon rantai lurus, berbentuk siklik atan maupun bentuk polisiklik.

Kegiatan Pembelajaran 3. Reaksi Kimia Dalam Sintesis Senyawa Organik

A. Deskripsi

Pokok bahasan ini berisikan materi kajian reakasi kimia dalam sintesis senyawa organik yang terdiri dari reaksi adisi, subtitusi dan eliminasi. Pada setiap jenis reaksi diberikan uraian singkat mengenai prinsip reaksi, fakta atau kejadian proses reaksi dan contoh dari aplikasi reaksi kimia tersebut.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menerapkan jenis-jenis reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik
b. Mengamati hasil reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik

2. Uraian Materi

Mengamati

Berkaitan dengan reaksi senyawa organik, Anda ditugaskan mencari informasi melaui studi di perpustakaan, studi literatur di internet dan membaca modul ini.Untuk memudahkan Anda melalukan pengamatan maka Anda diminta untuk mengikuti langkah-langkah berikut.

a. Baca modul uraian materi pada KD 3 yang tentang reaksi reaksi kimia pada sintesis senyawa organik
b. Buat ringkasan mengenai reaksi substitusi, eliminasi dan adisi masing-masing 2 paragraf
c. Buat contoh sintesis senyawa organik yang ada kenal dalam kehidupan sehari-hari atau yang Anda kenal pada saat Anda pelajaran di SMP

d. Anda pernah melihat Ibu anda atau tetangga anda membuat tape atau cuka ? Buatlah langkah-langkah pembuatan produk tersebut dari mencuci beras ketan atasau menguliti singkong, memasak, memberi ragi sampai mengambil hasil.
e. Produk tape tersebut penguraian dari apa menjadi apa?
f. Dapatkah anda menuliskan reaksinya.

Reaksi untuk sintesis kimia organik bersifat spesifik tergantung senyawa organik yang akan dibuat. Reaksi senyawa karbon dalam sintesis senyawa organik dibedakan menjadi tiga yaitu reaksi substitusi (penggantian), reaksi adisi (pemutusan rangkap) dan reaksi eliminasi (pembentukan ikatan rangkap). Suatu reaksi terjadi karena satu molekul atau lebih memiliki energi yang cukup (energi aktivasi) untuk memutuskan Ikatan.

Suatu ikatan kovalen bisa diputus dengan dua cara :

a. Pemutusan **heterolitik** : suatu pemutusan yang menghasilkan ion-ion. Contoh :

   $A : B \longrightarrow A^{+} + :B^{-}$ atau

   $A : B \longrightarrow :A^{-} + B^{+}$

b. Pemutusan **homolitik** : suatu pemutusan yang menghasilkan radikal bebas. Contoh :

   A : B A. + B.

Dalam reaksi kimia hal yang diperhatikan adalah pereaksinya. Dua hal yang diperhatikan pada suatu reaksi yaitu apa yang terjadi pada gugus fungsional dan sifat pereaksi yang menyerang . Tiga jenis pereaksi, yaitu :

a. Pereaksi elektrofil : pereaksi yang bermuatan positif, asam Lewis dan sebagai oksidator (penerima elektron). Contoh : HNO_3 dan H_2SO_4
b. Pereaksi nukleofil: pereaksi yang bermuatan negatif, basa Lewis dan reduktor (melepaskan elektron). Contoh : NH_3
c. Pereaksi radikal bebas: pereaksi yg memiliki satu elektron tak berpasangan. Contoh : Cl . dan Br .

a. Reaksi substitusi

Reaksi substitusi atau disebut reaksi pertukaran gugus fungsi terjadi saat atom atau gugus atom dari suatu senyawa karbon digantikan oleh atom atau gugus atom lain dari senyawa yang lain.

Suatu reaksi subtitusi terjadi bila sebuah atom atau gugus yang berasal dari pereaksi menggantikan sebuah atom atau gugus dari molekul yang bereaksi. Subtitusi dapat terjadi pada karbon jenuh maupun tidak jenuh.

Secara umum mekanismenya :

$$R - X + R' - Y \longrightarrow R - Y + R' - X$$

Atom karbon ujung suatu alkil halida mempunyai muatan positif parsial. Karbon ini bisa mudah diserang oleh anion dan spesi lain yang mempunyai sepasang elektron menyendiri (unshared) dalam kulit luarnya. Dihasilkan reaksi subtitusi ion atau gugus disubstitusikan untuk (menggantikan) atom, atau gugus lain.

$$HO^- + CH_3CH_2 - Br \longrightarrow CH_3CH_2 - OH + Br^-$$

$$CH_3O- + CH_3CH_2CH_2 - Cl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2 - OCH_3 + Cl^-$$

Dalam suatu reaksi substitusi alkil halida, halida itu disebut gugus pergi (*leaving group*) suatu istilah yang berarti gugus apa saja yang dapat digeser dari ikatannya dengan suatu atom karbon. Ion Halida merupakan gugus pergi yang baik, karena ion-ion ini merupakan basa yang sangat lemah. Basa kuat seperti misalnya OH^-, bukan gugus pergi yang baik.

Spesi (spesies) yang menyerang suatu alkil halida dalam suatu reaksi substitusi disebut nukleofil (*nucleophile, "pecinta nukleus*"), sering dilambangkan dengan Nu^-. **Dalam persamaan reaksi diatas, OH^- dan CH_3O^-, adalah nukleofil.** Umumnya, sebuah nukleofil ialah spesi apa saja yang tertarik ke suatu pusat positif; jadi sebuah nukleofil adalah suatu basa Lewis. Kebanyakan nukleofil adalah anion, namun beberapa molekul polar yang netral, seperti H_2O, CH_3OH dan CH_3NH_2 dapat juga bertindak sebagai nukleofil. Molekul netral ini memiliki pasangan elektron menyendiri, yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan sigma.

Lawan nukleofil ialah elektrofil ("pecinta elektron") sering dilambangkan dengan E^+. Suatu elektrofil ialah spesi apa saja yang tertarik ke suatu pusat negatif, jadi suatu elektrofil ialah suatu asam Lewis seperti H^+ atau Zn^{2+}.

Beberapa reaksi substitusi

1) Reaksi alkila halida dengan basa kuat
2) Reaksi alkohol dengan PCl_3
3) Reaksi alkohol dengan logam Natrium
4) Reaksi klorinasi
5) Reaksi esterifikasi (pembentukan ester)
6) Reaksi saponifikasi (penyabunan)

Penggolongan jenis-jenis reaksi adisi diantaranya adalah sebagai berikut:

1) **Substitusi nukleofil**: reaksi penggantian suatu gugus dengan gugus lain, dimana gugus pengganti merupakan pereaksi nukleofil.

   Contoh :$RX + H_2O \longrightarrow R\text{-}OH + HX$

   X : unsur halogen.

2) **Substitusi elektrofil** : gugus pengganti merupakan pereaksi elektrofil.

   Contoh : $H\,Ar + E^{+}\text{-}Y^{-} \longrightarrow E\,Ar + HY$

3) **Substitusi radikal bebas** $\longrightarrow$gugus pengganti berupa pereaksiradikal bebas.

   Contoh : $R\text{-}H + Cl. \rightarrow RCl + H.$

1) Contoh reaksi substitusi dengan reaksi halogenasi:

Reaksi halogenasi adalah suatu reaksi senyawa dengan halogen (misalnya khlorinasi / Brominasi)

a) Halogenasi Pada Alkana

$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H + Cl-Cl \xrightarrow[\text{(panas)}]{\text{Cahaya}} H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-Cl + H-Cl$$

H lepas   Khlor metana

Reaksi Khlorinasi dari radikal bebas metan yang menghasilkan hasil campuran

$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl,\ CH_2Cl_2,\ CHCl_3,\ CCl_4$ dan

Hasil gabungan senyawa-senyawa hasil.

$CHCl_3$: Khloroform $\rightarrow$ senyawa beracun, pernah sebagai anastetik

CCl_4: pelarut, reagen beracun

b). Halogenasi Pada Senyawa Aromatik

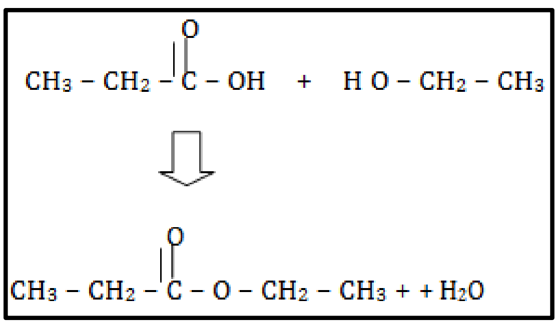
Reaksi benzen dengan Brom (Br_2) atau Khlor (Cl_2) dengan Katalisator: Besi (Fe- III) Halida /$FeBr_3$

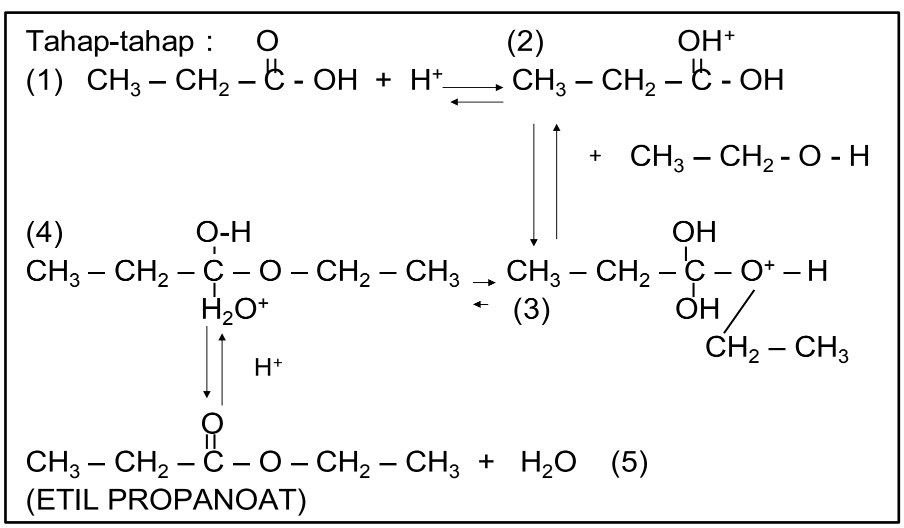
Benzena+ $Br_2 \longrightarrow$ Bromobenzena + HBR

Etilbenzena + $Br_2 \xrightarrow{\text{Cahaya}}$ 1 – bromo- metil benzena + HBR

2) Contoh reaksi substitusi dengan Reaksi Esterifikasi

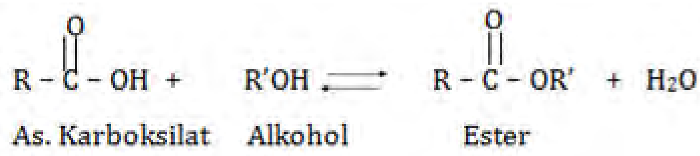
Reakasi esterifikasi adalah reaksi substitusi antara gugus - OH dari asam karboksilat dengan gugus - O – CH_2 – CH_3 dari etanol.





Modifikasi Ester Asam Lemak

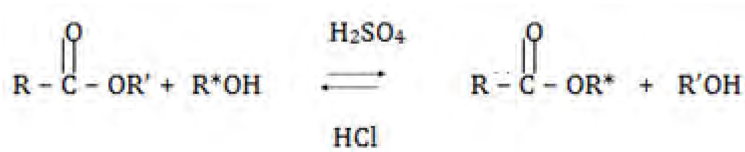
a) Esterifikasi



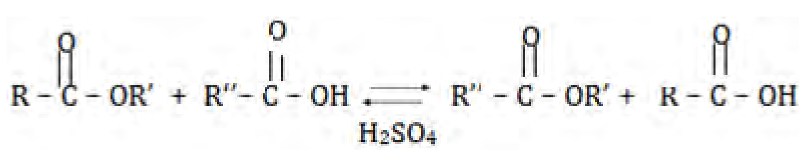
b) Interesterifikasi



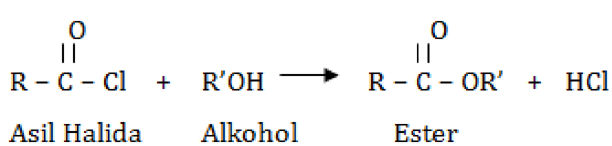
c) Alkoholisasi

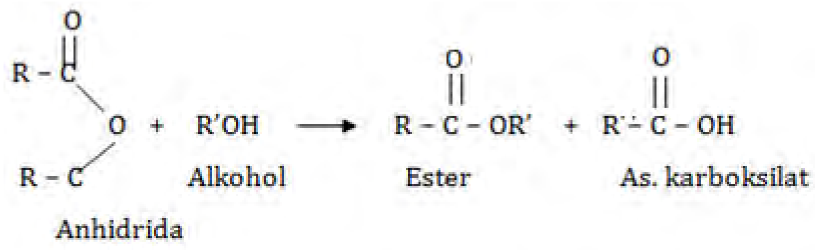


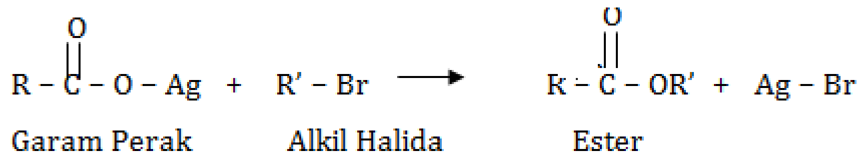
d) Asidolisis

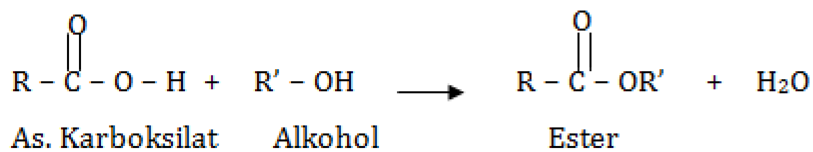


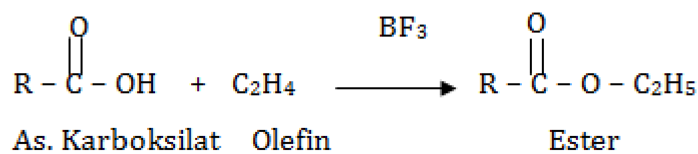
Metode Esterifikasi Lain

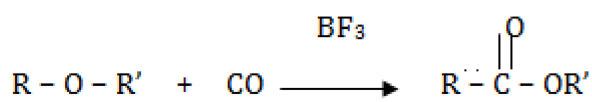












b. Reaksi Adisi

Reaksi adisi ini terjadi pada senyawa tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap). Reaksi adisi terjadi jika senyawa karbon yang mempunyai ikatan rangkap menerima atom atau gugus atom lain sehungga ikatan rangkap berubah menjadi ikatan tunggal. Ikatan rangkap merupakan ikatan tak

jenuh, sedangkan ikatan tunggal merupakan ikatan jenuh. Jadi, reaksi adisi terjadi dari ikatan tak jenuh menjadi ikatan jenuh.

Molekol tidak jenuh dapat menerima tambahan atom atau gugus dari pereaksi tanpa melebihi angka koordinasi maksimum dari atomnya sendiri. Ikatan rangkap dua dan rangkap tiga karbon-karbon dan rangkap dua karbon-oksigen merupakan jenis struktur yang paling umum yang mengalami reaksi adisi.

Mekanismenya reaksi adisi :

$$C = C \rightarrow C - C$$
$$C \equiv C \rightarrow C = C \rightarrow C - C$$

Ada beberapa

1) Reaksi hidrogenasi alkana

$$R - CH = CH - R' + H - H \rightarrow R - CH_2 - CH_2 - R'$$

Contoh :

$$\underset{\text{2-pentena}}{C_2H_5 - CH = CH - CH3} + H - H \rightarrow \underset{\text{n-pentana}}{C_2H_5 - CH - CH - CH_3}$$

Reaksi hidrogenasi ini digunakan untuk membuat margarin (mentega tiruan) dari minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh (C = C). Minyak cair dihidrogenasi dengan bantuan katalis Ni menghasilkan lemak padat.

$$\text{Triolein (cair)} + 3H_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{tristearin (padat)}$$

2) Reaksi adisi dengan halogen

$$
\begin{array}{l}
R - CH = CH - R' + X2 \;\longrightarrow\; \begin{array}{c} R - \underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}} - R' \end{array}
\end{array}
$$

Reaksi adisi dengan brom digunakan untuk membedakan senyaw alkena (C = C) dengan siklo alkana. Hal ini karena kedua senyawa mempunyai isomer fungsional (rumus molekul sama, tetapi gugus fungsi berbeda). Pengamatan reaksinya dengan membedakan warna dari brom yaitu merah coklat.

Alkena dapat bereaksi dengan brom sehingga warna merah coklat dari brom hilang menjadi tidak berwarna. Akan tetapi, sikloalkana tidak bereaksi dan warna merah coklat dari brom tetap.

Alkena + brom $\rightarrow$ bereaksi, warna merah coklat dari brom hilang

Sikloalkana + brom $\nrightarrow$ tidak bereaksi, warna merah coklat dari brom tetap.

3) Adisi dengan asam halida (HX)

$$
R - CH = CH - R' + H - X \rightarrow R - \underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}} - R'
$$

Dalam adisi ini atom X terikat pada C rangkap dikiri atau dikanan akan menghasilkan senyawa yang berbeda, kecuali kalau R dengan R' sama. Untuk itu, ada aturan yang menetapkan hasil utama dari reaksi adisi tersebut yang dikemukankan oleh Vlademir Markovnikov.

Aturan Markovnikov :

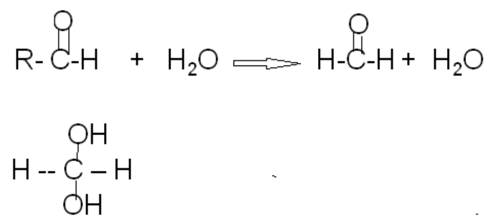
a) ikatan rangkap merupakan kumpulan elektron

b) gugus alkil merupakan gugus pendorong elektron. Alkil makin besar, daya dorong makin kuat. Urutan kekuatan alkil : $-CH_3 < -C_2H_5 < -C_3H_7$

c) gugus elektrongatif merupakan gugus penarik elektron. Makin elektronegatif, daya tarik elektron makin kuat.

- Adisi Nukleofil : reaksi penambahan suatu gugus ke suatu ikatan rangkap dan hasilkan ikatan tunggal, dimana gugus yang menyerang pertama kali berupa pereaksi nukleofil.

  Contoh :



- Adisi Elektrofil gugus penyerang berupa pereaksi elektrofil.

  Contoh :

  $AB + C = C \rightarrow A - C - C - B$

  $H\ H + CH_2 = CH_2 \rightarrow CH_3 - CH_3$

- Adisi Radikal Bebas gugus penyerang merupakan radikal bebas.

  Contoh :

  $CH_4 + Cl. \rightarrow CH_3 + HCl$

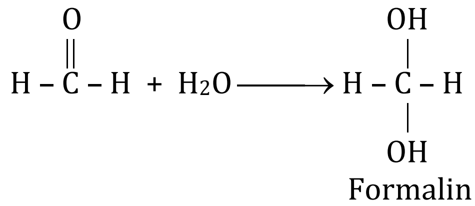
4) Aplikasi Reaksi Adisi pada senyawa Aldehid

a) Adisi dengan H_2

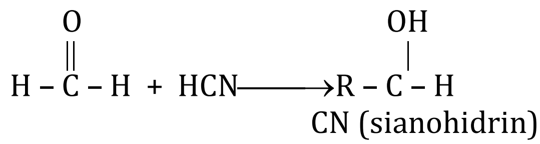
$$R - \overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C} - H + H_2 \xrightarrow[50^oC,\ 65\ atm]{Pb,\ Ni} R - CH_2 - OH$$

(alkohol primer)

b) Adisi dengan H_2O



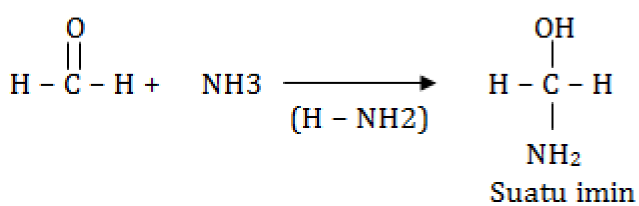
c) Adisi dengan HCN



Sianohidrin : gugus OH- dan CN- pada atom C yang sama.

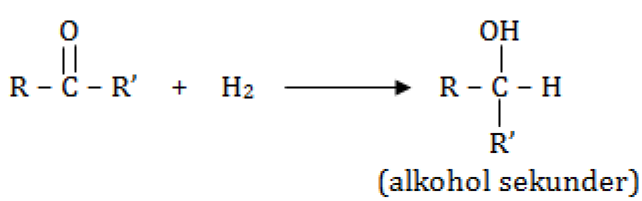
Contoh : mandelonitril, zat yang dihasilkan oleh lipan (*Apheloria corrugata*)

d) Adisi dengan NH_3

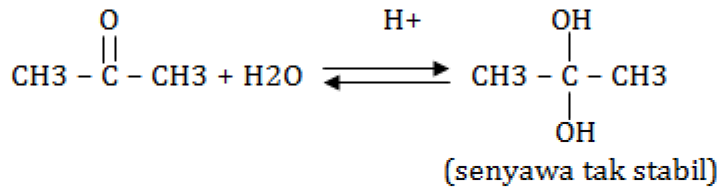


5) Aplikasi Reaksi Adisi pada Senyawa Keton

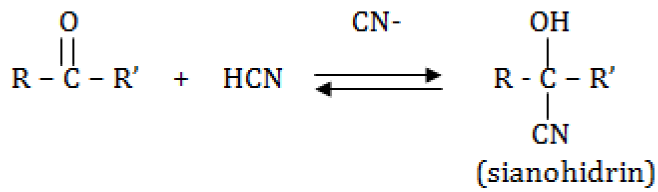
a) Adisi dengan H_2



b) Adisi dengan H_2O



c) Adisi dengan HCN



Pada pembuatan HCN, karena toksisitasnya tinggi dan titik didih rendah maka caranya: menambahkan H_2SO_4 atau HCl ke dalam NaCN atau KCN

$$HCl + Na^{+}\ CN^{-} \longrightarrow HCN + Na^{+}\ Cl^{-} + Na^{+}\ CN^{-}$$

c. Reaksi Eliminasi

Reaksi eliminasi meruapakan kebalikan dari reaksi adisi. Beberapa atom dipisahkan dari sebuah molekol untuk membentuk ikatan ganda atau siklis. Kebanyakan reaksi eliminasi menyangkut kehilangan atom bukan karbon. Reaksi penggantian ikatan berubah dari ikatan tunggal menjadi ikatan rangkap. Pada reaksi ini molekul senyawa yang berikatan tunggal (ikatan jenuh) berubah menjadi senyawa berikatan rangkap (ikatan tak jenuh) dengan melepaskan molekul yang kecil.

Mekanismenya adalah sebagai berikut:

C – C   C = C + X – Y
| |
X Y

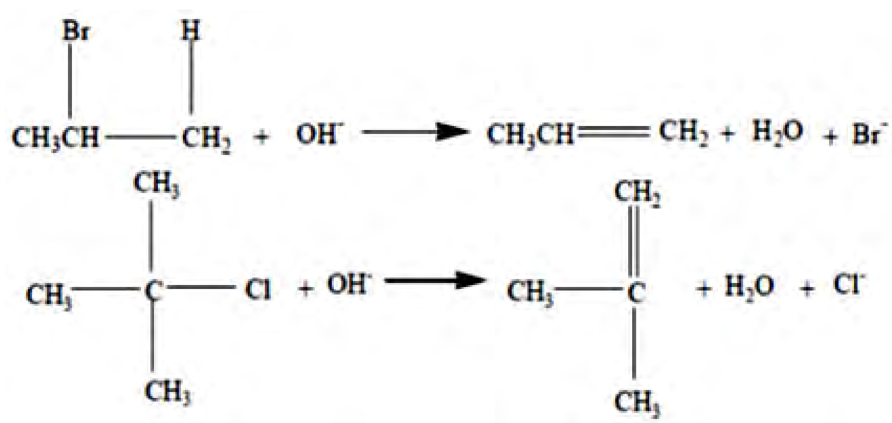
atau

X – C – C – Y   C = C + X – Y

Contoh :

$$\overset{H}{CH_2} - \overset{OH}{CH_2} \xrightarrow[H_2SO_4]{170^0C} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

Bila suatu alkil halida direaksikan dengan suatu basa kuat, terjadi suatu reaksi eliminasi. Dalam reaksi ini sebuah molekul kehilangan atom-atom atau ion-ion dari struktur-strukturnya. Produk organik dari suatu reaksi eliminasi alkil halida adalah alkena. Dalam reaksi eliminasi ini, unsur Hidrogen dan X keluar dari dalam alkil halida ; oleh karena itu reaksi ini disebut reaksi dehidrohalogenasi. (awalan de- berarti “minus” atau “hilangnya”).



Dengan demikian reaksi eliminasi terdiri dari :

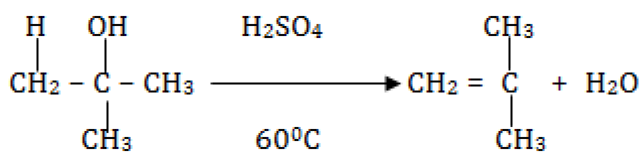
1) Reaksi dehidrogenasi (pelepasan Hidrogen)
2) Reaksi dehidrasi (pelepasan air)

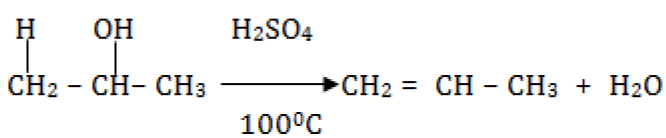
3) Reaksi dehidrohalogenasi

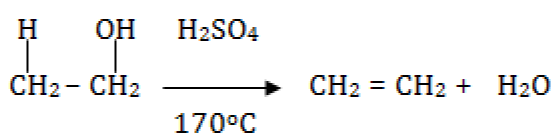
Aplikasi Reaksi Eliminasi

Seperti telah dijelaskan bahwa reaksi eliminasi merupakan reaksi pengeluaran dua buah gugus dari ikatan tunggal sehingga membentuk ikatan rangkap.

Contoh : dehidrasi alkohol







Menanya

Buatlah pertanyaan tertulis setelah anda mengerjakan tugas membaca uraian materi pada modul pokok bahasan 3 ini dan anda juga telah mengerjakan tugas mengamati proses pembuatan tape baik melalui studi pustaka, menanya orang tua atau tetangga. Pertanyaan yang anda buat harus jelas berkaitan dengan pejelasan teori baik prinsip, konsep maupun fakta atau anda dapat menanyakan suatu prosedur. Beberapa pertanyaan yang anda dapat sampaikan misalnya sebagai berikut.

a. Mengapa kita perlu mempelajari reaksi kimia dalam sintesis senyawa organik ?
b. Pembuatan alkohol termasuk reaksi adisi, eliminasi atau subtitusi?

c. Apa perbedaan antara reaksi adisi dengan eliminasi ?
d. Apa perbedaan antara reaksi substitusi dengan eliminasi?
e. Apa persyaratan kimia organik reaksi dapat terjadi ?
f. Alkohol dapat berubah menjadi asam asetat hal itu termasuk reaksi apa?
g. Apa yang dimaksud dengan reaksi esterifikasi ? Reaksi esterifikasi termasuk reaksi adisi, eliminasi atau substitusi?

Pertanyaan yang diajukan

……

……

……

……

……

……

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

……

……

……

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

....

....

4. **Tugas**

a. **Tugas Mengumpulkan Informasi / Melakukan percobaan satu diantara dua percobaan dibawah**

1) **Identifikasi Rekasi kimia organik pada Proses Pembuatan *Biodiesel* (Metil Ester)**

a) **Tujuan**

Siswa dapat mengidentifikasi reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel (metil ester)

b) **Alat dan bahan**

Alat

- Pendingin balik
- Labu Erlemeyer
- Hot plate
- Magnetik stirer
- Neraca
- Separating funel
- Statif dan klem penjepitnya
- Pipet
- Pengaduk

Bahan

- Minyak sawit
- KOH
- Kertas pH
- kristal $MgSO_4$-anhidrat atau Na_2SO_4-anhidrat

c) **Cara Kerja**

- Rangkai peralatan proses pembuatan biodiesel yang terdiri dari hot plate-stirer, erlenmeyer, dan pendingin balik.
- Timbang 1,00 gram KOH, masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL.
- Ambil 17,5 mL metanol, masuukan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi KOH, aduk dengan hati-hati sampai KOH larut hingga terbentuk K-metoksida.
- Ambil 100 mL minyak nabati, masukkan ke dalam reaktor proses dan panaskan hingga temperatur $60^{o}C$.
- Masukkan dengan hati-hati larutan K-metoksida ke dalam minyak yang telah panas sambil diaduk secara kontinu pada temperatur konstan selama setengah jam (proses transeterifikasi).
- Setelah proses transesterifikasi selesai, pindahkan campuran ke dalam corong pisah, dan diamkan beberapa saat hingga terbentuk dua lapisan. Selanjutnya, pisahkan kedua lapisan tersebut.
- Cuci crude biodiesel hasil dengan aquadest hangat secara berulang-ulang dengan metoda ekstraksi menggunakan corong pisah, hingga jernih dan netral (sampai pH limbah hasil cucian sama dengan pH aquadest pencuci awal).
- Lakukan pengeringan dengan cara pemanasan pada suhu 105 ^{o}C atau pada suhu 80 ^{o}C kondisi vakum sampai gelembung uap air hilang atau tinggal sedikit
- Setelah pengeringan, tambahkan kristal $MgSO_4$-anhidrat, atau Na_2SO_4-anhidrat sampai gelembung-gelembung air dalam biodiesel betul-betul hilang, kemudian lakukan penyaringan.

d) Lembar pengamatan

No	Jenis pengamatan	Hasil pengamatan suhu, kenampakan, viskositas	Volume/ Berat (mL/gram)
1.	Metanol		

2.	KOH		
3.	Minyak		
4.	$MgSO_4$-anhidrat, atau Na_2SO_4-anhidrat		
5.	Metanol + KOH		
6.	Minyak + Metanol + KOH (setelah proses transesterifikasi selesai)		
7.	Gliserol kotor		
8.	Biodiesel kotor (crude biodiesel)		
9.	Air yang digunakan untuk mencuci		
10.	Biodiesel setelah pengeringan suhu 105 ^{o}C		

2) Identifikasi Rekasi Proses Pembuatan *Banana Oil* (Isoamil Asetat)

a) Tujuan

Siswa dapat mengidentifikasi reaksi esterifikasi pada pembuatan *Banana Oil* (Isoamil Asetat)

b) Alat dan bahan

Alat

- Pendingin balik
- Labu Erlemeyer
- Hot plate
- Magnetik stirer
- Neraca
- Separating funel
- Statif dan klem penjepitnya
- Pipet
- Pengaduk

Bahan

- Isoamyl-alcohol
- Asam asetat glasial
- Asam sulfat pekat
- Aquades
- Larutan $NaHCO_3$ 5%
- NaCl Jenuh
- $MgSO_4$-anhidrat

c) Cara Kerja

- Rangkai peralatan proses pembuatan *banana oil* yang terdiri dari hot plate-stirer, erlenmeyer, dan pendingin balik.
- Ambil 75 mL isoamyl-alcohol dan 100 mL asam asetat glasial, masukkan ke dalam labu alas bulat 250 mL.
- Tambahkan 20 mL asam sulfat pekat secara hati-hati (goyangkan/putar labu perlahan-lahan), dan tambahkan kedalamnya beberapa butir batu didih.
- Reflux campuran tersebut selama satu jam untuk melakukan proses esterifikasi.
- Setelah selesai proses esterifikasi, lakukan pendinginan pada temperatur ruang.
- Setelah dingin, pidahkan campuran kedalam corong pisah, dan tambahkan 275 mL aquadest dingin. Cuci labu alas bulat dengan 50 mL aquadest dingin dan masukkan air cucian kedalam corong pisah. Tutup corong pisah dan gojog beberapa waktu.
- Pisahkan lapisan bagian bawah (limbah) dari lapisan bagian atas *(crude banana oil*).
- Ekstraksi *crude banana oil* hasil dengan 125 mL larutan $NaHCO_3$ 5% dengan corong pisah. Putar/goyangkan corong pisah perlahan-lahan untuk menghilangkan gas CO_2, gojog corong

pisah sekali atau dua kali, kemudian buka tutupnya untuk menghilangkan gas/uapnya. Lanjutkan penggojogan hingga seluruh gas/uap hilang. Pisahkan lapisan bagian bawah, dan ulangi ekstraksi sampai lapisan bagian bawah bersifat basa.

- Ekstraksi lapisan bagian atas (*crude banana oil*) dengan 125 mL aquadest. Tambahkan 25 mL larutan NaCl jenuh, aduk (jangan digojog).

d) Lembar pengamatan

No	Jenis pengamatan	Hasil pengamatan suhu, kenampakan, viskositas	Volume/ Berat (mL/gram)
1.	Isoamyl-alcohol		
2.	Asam asetat glasial		
3.	Asam sulfat pekat		
4.	NaCl jenuh		
5.	MgSO4-anhidrat		
6.	Isoamyl-alcohol + asam asetat glasial		
7.	Isoamyl-alcohol + asam asetat glasial + asam sulfat pekat		
8.	Bahan setelah Reflux selama satu jam unutk melakukan proses esterifikasi		
9.	Pendinginan pada temperatur ruang		
10.	Bahan setelah dicuci labu alas bulat dengan 50 mL aquadest dingin		
11.	Crude banana oil		
12.	Ekstraksi *crude banana oil* hasil dengan 125 mL larutan $NaHCO_3$ 5%		
13.	Ekstraksi lapisan bagian atas (*crude banana oil*) dengan 125 mL aquadest. Tambahkan 25 mL larutan NaCl jenuh, aduk (jangan digojog).		

b. Tugas Mengasosiasikan Data

1) Hasil pengamatan proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel maupun pembuatan esen diperoleh produk dengan dua lapisan. Seperti anda ketahui, bahan-bahan pembuatan biodiesel meliputi metanol, NaOH, minyak dan bahan-bahan yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi gliserol, metil ester coba kaitkan sifat-sifat bahan tersebut meliputi berat jenis, kepolaran dan sifat lain. Jelaskan komponen apa yang ada pada lapisan atas dan ada lapisan bawah.
2). Seperti yang anda lakukan pada proses No. 1 lakukan pula untuk pembuatan esen.
3) Tulislah reaksi kimia yang terjadi berdasarkan kegiatan kerja yang anda lakukan.
4). Lakukan indentifikasi apakah reaksi kimia yang terjadi termasuk substitusi, adisi dan eliminasi. Jelaskan jawaban Anda.

c. Tugas Mengkomunikasikan hasil percobaan

1) Buatlah laporan bercobaan yang ringkas namun jelas (5-8 halaman) dengan out line sebagai berikut:

   a) Halaman sampul memuat judul praktikum, waktu / tanggal praktikum, tempat, anggota kelompok
   b) Daftar isi
   c) Bab I: Pendahuluan (2-3 halaman)
      - Tujuan Percobaan
      - Landasan teori
   d) Bab II: Pelaksanaan (2-3 halaman)
      - Alat dan bahan
      - cara kerja percobaan
      - Lembar pengamatan

e) Bab III: Hasil dan Pembahasan (2-3 halaman)
f) Daftar pustaka 1 halaman

2) Presentasikan laporan bercobaan anda dengan jelas dengan aturan sebagai berikut:
   a) satu kelompok presentasi 15 menit dan tanggapan 15 menit (2-3 penanya).
   b) Tetapkan juru bicara, moderator, dan sekretaris, pemberi tanggapan utama dalam kelompok anda.
   c) Jika di kelas anda terdapat 4 kelompok maka jika kelompok 1 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 2,jika kelompok 2 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 3, jika kelompok 3 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 4, jika kelompok 4 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 5, dan jika kelompok 5 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 1.

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas

a. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi adisi pada sintesis asam organik !
b. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi subtitusi pada sintesis asam organik !
c. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi eliminasi pada sintesis asam organik !
d. Berikan salah satu contoh terjadinya reaksi adisi pada sintesis asam organik !
e. Berikan salah satu contoh reaksi subtitusi pada sintesis asam organik !
f. Berikan salah satu contoh reaksi eliminasi pada sintesis asam organik !
g. Reaksi pembuatan biodiesl melalui reaksi transesterifikasi termasuk reaksi apa? Jelaskan jawaban Anda !

C. Penilaian

1. Sikap

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian dir terhadap sikap Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran tiga ini meliputi dua hal yaitu sikap ilmiah dan komunikatif.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian sikap yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \text{x } 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Format Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor	**Total maksimum skor : 24**

		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				
	Total Skor				

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Rubrik penilaian sikap ilmiah

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 : Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 : Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 : Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 : kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 : jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. **Rubrik Penilaian sikap komunikatif**

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek Menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 : Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

2. Keterampilan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap keterampilan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi tuga hal yaitu keterampilan melakukan percobaan, presentasi dan pembuatan laporan.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian ketarampilan yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

Keterampilan melakukan percobaan

NO	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			
	TOTAL			

Aspek yang dinilai			
	1	**2**	**3**
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

Keterampilan melakukan Presentasi

a. **Format penilaian presentasi**

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

b. Rubrik Kriteria penilaian presentasi

1) Kejelasan presentasi

   Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

   Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

   Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

   Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2) Pengetahuan

   Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

   Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

   Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

   Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3) Penampilan

   Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

   Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

   Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

   Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

Keterampilan melakukan membuat laporan

a. Format Penilaian Laporan

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan				
2	Data Pengamatan				
3	Analisis dan kesimpulan				
4	Kerapihan Laporan				

b. Rubrik Kriteria penilaian Laporan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporam hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

3. Pengetahuan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap pengetahuan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu dengan cara menjawab pertanyaan dengan jelas.
b. Selama Anda mengerjakan tes pengetahuan anda dilarang melihat kunci jawaban ataupun naskah modul.
c. Lakukan pemeriksaan jawaban anda dengan mencocokan pekerjaan anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Lakukan pemeriksaan sacara objektif.
d. Berikan nilai 1-4 pada setiap jawaban yang anda buat.
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

Soal tes pengetahuan

a. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi adisi pada sintesis asam organik !
b. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi subtitusi pada sintesis asam organik !
c. Jelaskan prinsip terjadinya reaksi eliminasi pada sintesis asam organik !
d. Berikan salah satu contoh terjadinya reaksi adisi pada sintesis asam organik !
e. Berikan salah satu contoh reaksi subtitusi pada sintesis asam organik !
f. Berikan salah satu contoh reaksi eliminasi pada sintesis asam organik !
g. Reaksi pembuatan biodiesl melalui reaksi transesterifikasi termasuk reaksi apa? Jelaskan jawaban Anda !

Rubrik kunci jawaban

Skor 1 : jika ada jawaban namun tidak benar,
skor 2 : kalau jawaban setengah benar,
skor 3 : kalau jawaban ¾ benar dan
skor 4 : kalau jawaban benar

Kegiatan Pembelajaran 4. Membuat Etanol Skala Laboratorium

A. Deskripsi

Pokok bahasan ini berisikan materi kajian mengenai reaksi kimia dalam sintesis etanol skala laboratorium. Proses pembuatan meliputi proses penyiapan bahan baku, liquifikasi, sakarifikasi, fermentasi dan destilasi.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menerapkan prinsip reaksi kimia dan proses fermentasi dalam pembuatan etanol skala laboratorium
b. Membuat senyawa etanol skala laboratorium

2. Uraian Materi

Mengamati

Berkaitan dengan reaksi proses pembuatan etanol, Anda ditugaskan mencari informasi melaui studi di perpustakaan, studi literatur di internet dan membaca modul ini. Untuk memudahkan Anda melalukan pengamatan maka Anda diminta untuk mengikuti langkah-langkah berikut.

a. Baca modul uraian materi pada KD 4 yang tentang proses pembuatan etanol skala laboratorium.
b. Coba gali informasi mengenai cara pembuatan etanol di perpustakaan atau di internet karena. Gunakan diagram alir untuk melaporkan hasil pengamatan / pengkajian anda. Anda dapat pula melaporkan hasil pengamatan anda dari pabrik etanol yang mungkin ada di dekat sekolah atau dekat rumah secara tugas berkelompok.

c. Bandingkan diagram alir proses pembuatan tape dari tugas pada pokok bahasan sebelumnya dengan tugas pembuatan alkohol pada pokok bahasan ini.
d. Coba analisis proses yang sama dan proses yang berbeda. Tuliskan dengan menggunakan tabel berikut.

No.	Tahapan proses pembuatan tape	Tahapan proses pembuatan etanol	Proses yang sama	Proses yang berbeda
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

a. Pengertian Bioetanol

Etanol merupakan senyawa hidrokarbon dengan gugus hidroksil (-OH) dengan 2 atom karbon (C) dengan rumus kimia C_2H_5OH. Secara umum Etanol lebih dikenal sebagai Etil Alkohol berupa bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat (pati) seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, sorgum, beras, ganyong dan sagu yang kemudian dikenal dengan nama bioetanol. Bahan baku lain-nya adalah tanaman atau buah yang mengandung gula seperti tebu, nira, buah mangga, nenas, pepaya, anggur, lengkeng dan lain-lain. Namun dari semua jenis tanaman tersebut, ubi kayu merupakan tanaman yang setiap hektarnya paling tinggi dapat memproduksi bioetanol. Selain itu pertimbangan pemakaian ubi kayu sebagai bahan baku proses produksi bioetanol juga

didasarkan pada pertimbangan ekonomi. Pertimbangan ke-ekonomian pengadaan bahan baku tersebut bukan saja meliputi harga produksi tanaman sebagai bahan baku, tetapi juga meliputi biaya pengelolaan tanaman, biaya produksi pengadaan bahan baku, dan biaya bahan baku untuk memproduksi setiap liter etanol.

Secara umum ethanol biasa digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk miras, bahan dasar industri farmasi, kosmetika dan kini sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Mengingat pemanfaatan etanol beraneka ragam, sehingga grade etanol yang dimanfaatkan harus berbeda sesuai dengan penggunaannya. Untuk etanol yang mempunyai grade 90-95% biasa digunakan pada industri, sedangkan etanol/bioetanol yang mempunyai grade 95-99% atau disebut alkohol teknis dipergunakan sebagai bahan dasar industri farmasi. Sedangkan grade etanol/bioetanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor harus betul-betul kering dan anhydrous supaya tidak menimbulkan korosif, sehingga etanol/bioetanol harus mempunyai grade tinggi antara 99,6%-99,8 % (Full Grade Ethanol = FGE). Perbedaan besarnya grade akan berpengaruh terhadap proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air.

b. Proses Produksi Bioetanol

Produksi etanol/bioetanol (atau alkohol) dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air. Konversi bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat dan tetes menjadi bioetanol ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Konversi bahan baku tanaman menjadi etanol

Bahan Baku		Kandungan Gula Dalam Bahan Baku (Kg)	Hasil Konversi Bioetanol (Liter)	Perbandingan Bahan Baku dan Bioetanol	Rendemen (%)
Jenis	Konsumsi (Kg)				
Ubi Kayu	1000	250-300	166,6	6,5 : 1	15,4
Ubi Jalar	1000	150-200	125	8 : 1	16,7
Jagung	1000	600-700	200	5 : 1	20
Sagu	1000	120-160	90	12 : 1	8,35
Tetes	1000	500	250	4 : 1	25

Glukosa dapat dibuat dari pati-patian, proses pembuatannya dapat dibedakan berdasarkan zat pembantu yang dipergunakan, yaitu hidrolisa asam dan hidrolisa enzim. Hidrolisa enzim lebih banyak dikembangkan dibandingkan dengan hidrolisa asam (misalnya dengan asam sulfat), sehingga proses pembuatan glukosa dari pati-patian sekarang ini dipergunakan dengan hidrolisa enzim. Dalam proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air dilakukan dengan penambahan air dan enzim; kemudian dilakukan proses peragian atau fermentasi gula menjadi etanol dengan menambahkan yeast atau ragi. Reaksi yang terjadi pada proses produksi etanol/bioetanol secara sederhana ditujukkan pada reaksi 1 dan 2.

$$(C_6H_{10}O_5)n \xrightarrow[\text{enzim}]{H_2O} n\ C_6H_{12}O_6 \qquad (1)$$

(pati) (glukosa)

$$(C_6H_{12}O_6)n \xrightarrow[\text{yeast (ragi)}]{} 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 \qquad (2)$$

(glukosa) (etanol)

Selain etanol/bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, juga dapat diproduksi dari bahan tanaman yang mengandung selulosa (mis: jerami padi), namun dengan

adanya lignin mengakibatkan proses penggulaannya menjadi lebih sulit. Meskipun teknik produksi etanol/bioetanol merupakan teknik yang sudah lama diketahui, namun etanol/bioetanol untuk bahan bakar kendaraan memerlukan etanol dengan karakteristik tertentu yang memerlukan teknologi yang relatif baru di Indonesia.

Secara singkat teknologi proses produksi etanol/bioetanol tersebut dapat dibagi ke dalam tahapanyaitu persiapan bahan baku, liquifikasi dan sakarifikasi, fermentasi, destilasi, dan dehidrasi.

1) Persiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk produksi bietanol bisa didapatkan dari berbagai tanaman, baik yang secara langsung menghasilkan gula sederhana misalnya tebu (sugarcane), gandum manis (sweet sorghum) atau yang menghasilkan tepung seperti jagung (corn), singkong (cassava) dan gandum (grain sorghum) disamping bahan lainnya. Persiapan bahan baku beragam bergantung pada jenis bahan bakunya, sebagai contoh bahan baku adalah singkong (ubi kayu). Singkong yang telah dikupas dan dibersihkan dihancurkan untuk memecahkan susunan tepungnya agar bisa berinteraksi dengan air secara baik.



Penghancuran Singkong | Pemasakan bahan baku

Gambar 12. Proses pengecilan ukuran dan pemasakan sebagai langkah awal proses liquifikasi

2) Liquifikasi dan Sakarifikasi

Kandungan karbohidrat berupa tepung atau pati pada bahan baku singkong dikonversi menjadi gula komplex menggunakan Enzim Alfa Amilase melalui proses pemanasan (pemasakan) pada suhu 90^{o}C (hidrolisis). Pada kondisi ini tepung akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly). Pada kondisi optimum Enzim Alfa Amylase bekerja memecahkan struktur tepung secara kimia menjadi gula komplex (dextrin). Proses Liquifikasi selesai ditandai dengan parameter dimana bubur yang diproses berubah menjadi lebih cair seperti sup. Sedangkan proses sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana) melibatkan tahapan sebagai berikut :

a) Pendinginan bubur sampai mencapai suhu optimum Enzim Glukosa Amylase bekerja.
b) Pengaturan pH optimum enzim.
c) Penambahan Enzim Amilase secara tepat dan mempertahankan pH serta temperatur pada suhu 60^{o}Chingga proses Sakarifikasi selesai.

Efektifitas proses sakarifikasi dilakukan dengan pengetesan kadar gula sederhana yang dihasilkan.



Gambar 13. Liquifikasi dan Sakarifikasi

3) Fermentasi

Pada tahap ini, tepung telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dengan kadar gula berkisar antara 5 hingga 12 %. Tahapan selanjutnya adalah mencampurkan ragi (yeast) pada cairan bahan baku tersebut dan mendiamkannya dalam wadah tertutup (fermentor) pada kisaran suhu optimum 27 s/d 32 derajat celcius selama kurun waktu 5 hingga 7 hari (fermentasi secara anaerob). Keseluruhan proses membutuhkan ketelitian agar bahan baku tidak terkontaminasi oleh mikroba lainnya. Dengan kata lain,dari persiapan baku,liquifikasi,sakarifikasi,hingga fermentasi harus pada kondisi bebas kontaminan. Selama proses fermentasi akan menghasilkan cairan etanol/alkohol dan CO_2.

Hasil dari fermentasi berupa cairan mengandung alkohol/etanol berkadar rendah antara 7 hingga 10 % (biasa disebut cairan Beer). Pada kadar etanol max 10 % ragi menjadi tidak aktif lagi, karena kelebihan alkohol akan beakibat racun bagi ragi itu sendiri dan mematikan aktifitasnya.



Gambar 14. Fermentasi bahan baku bioethanol

4) Destilasi.

Destilasi atau lebih umum dikenal dengan istilah penyulingan dilakukan untuk memisahkan alkohol dalam cairan beer hasil fermentasi. Dalam proses destilasi, pada suhu 78^{0}C (setara dengan titik didih alkohol), etanol akan menguap lebih dulu daripada air yang bertitik didih 95^{0}C. Uap etanol didalam destillator akan dialirkan kebagian kondensor sehingga terkondensasi menjadi cairan etanol. Kegiatan penyulingan etanol merupakan bagian terpenting dari keseluruhan proses produksi bioetanol. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan tenaga operator yang sudah menguasai teknik penyulingan etanol. Selain operator, untuk

mendapatkan hasil penyulingan etanol yang optimal dibutuhkan pemahaman tentang teknik fermentasi dan peralatan destillator yang berkualitas.

Penyulingan etanol dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara :

a) Penyulingan menggunakan teknik dan destilator tradisional (konvensional). Dengan cara ini kadar etanol yang dihasilkan hanya berkisar antara antara 20 s/d 30 %.
b) Penyulingan menggunakan teknik dan destilator model kolom reflux (bertingkat). Dengan cara dan destilator ini kadar etanol yang dihasilkan mampu mencapai 90%-95 % melalui 2 (dua) tahap penyulingan.

5) Dehidrasi

Hasil penyulingan berupa etanol berkadar 95 % belum dapat larut dalam bahan bakar bensin. Untuk substitusi BBM diperlukan etanol berkadar 99,6%-99,8 % atau disebut etanol kering. Untuk pemurnian ethanol 95 % diperlukan proses dehidrasi (destilasi absorbent) menggunakan beberapa cara,antara lain :

a) Cara Kimia dengan menggunakan batu gamping
b) Cara Fisika ditempuh melalui proses penyerapan menggunakan Zeolit Sintetis.

Hasil dehidrasi berupa etanol berkadar 99,6-99,8 % sehingga dapat dikatagorikan sebagai Full Grade Ethanol (FGE),barulah layak digunakan sebagai bahan bakar motor sesuai standar Pertamina. Alat yang digunakan pada proses pemurnian ini disebut Dehidrator.



Gambar 15. Sketsaproses penyulingan ethanol dengan alat konvensional



Gambar 16. Penyulingan (distilasi) etanol menggunakandistillator model kolom reflux



Gambar 17. Cairan etanol dari proses distilasi



Gambar 18. Bioetanol kadar 95-96 % (alkohol teknis)



Gambar 19. Pengukuran kadar etanol (alkohol) dengan alkoholmeter

c. Hasil samping penyulingan etanol.

Akhir proses penyulingan (destilasi) etanol menghasilkan limbah padat (*sludge*) dan cair (*vinase*). Untuk meminimalisir efek terhadap pencemaran lingkungan, limbah padat dengan proses tertentu dirubah menjadi pupuk kalium, bahan pembuatan biogas, kompos, bahan dasar obat nyamuk bakar dan pakan ternak. Sedangkan limbah cair diproses menjadi pupuk cair. Dengan demikian produsen bioetanol tidak perlu khawatir tentang isu berkaitan dengan dampak lingkungan.



Limbah padat (sludge) Limbah cair (*Vinase*)

Gambar 20. Limbah dari proses pembuatan alkohol

Menanya

Buatlah pertanyaan tertulis setelah anda mengerjakan tugas membaca uraian materi pada modul pokok bahasan 3 ini dan anda juga telah mengerjakan tugas mengamati proses pembuatan tape baik melalui studi pustaka, menanya orang tua atau tetangga. Pertanyaan yang anda buat harus jelas berkaita dengan pejelasan teori baik prinsip, konsep maupun fakta atau anda dapat menanyakan suatu prosedur. Beberapa pertanyaan yang anda dapat sampaikan misalnya sebagai berikut.

a. Mengapa kita perlu mempelajari proses pembuatan etanol ?
b. Etanol digunakan untuk apa saja ?
c. Etanol dibuat dari apa saja ?
d. Apa perbedaan antara etanol, butanol dan propanol ?
e. Mengapa etanol termasuk bahan yang memabukkan ?
f. Apa proses kunci dalam pembuatan etanol ?
g. Dapatkah etanol dibuat dari kertas, dibuat dari jerami atau dibuat dari limbah pabrik gula?
h. Pembuatan gula dalam pembuatan etanol dapat dilakukan dengan proses ensimatis dan proses kimia. Mana yang lebih menguntungkan?

i. Jika proses sakarifikasi dengan asam, asam apa saja yang dapat digunakan ?
j. Apa yang mempengaruhi proses fermentasi pada pembuatan etanol?

Pertanyaan yang diajukan

……

……

……

……

……

……

……

……

……

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

……

……

……

……

……

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

....

....

4. **Tugas**

a. **Mengumpulkan Informasi**

Melakukan percobaan Pembuatan Etanol

1) **Pendahuluan**

Etanol banyak dibutuhkan untuk keperluan industri, laboratorium dan bahkan sebagai bahan sumber energi. Etanol termasuk senyawa polar sehingga banyak digunakan sebagai pelarut, bahan pereaksi, dan bahan antiseptik. Karena nilai ekonomis yang cukup tinggi maka etanol mulai banyak diproduksi beberapa industri baik industri besar maupun skala menengah. Bahan baku yang digunakan digolongkan menjadi tiga jenis yaitu bahan berpati, bahan mengandung gula dan selulosa.

2) **Tujuan**

Peserta pelatihan dapat memproduksi etanol skala laboratorium dari bahan pati ataupun gula

3) **Alat dan Bahan**

Alat

a) Timbang digital
b) Gelas ukur 250 ml
c) Labu volum
d) Pemanasan dengan pendingin balik
e) Refraktometer
f) Alkoholmeter
g) Termometer
h) Magnetik stirer
i) Pengaduk
j) Corong

Bahan

a) HCl 0,7N
b) enzim α-amilase
c) enzim amiloglukosidase
d) Pati / Tepung
e) pH universal
f) NaOH 30%
g) NPK
h) Urea
i) Ragi roti

4) Cara kerja -1

a) Pati ubi jalar ditimbang sebanyak 300 g, lalu ditambahkan air sebanyak 1000 ml untuk membentuk suspensi pati 30%.
b) Suspensi pati ini memiliki pH awal 4,0-4,2. Suspensi pati kemudian diatur pH-nya antara 5,2-5,6 dengan cara menambahkan NaOH.
c) Suspensi yang telah diatur pH-nya selanjutnya ditambahkan enzim α-amilase sebanyak 0,1 ml (300/1000000) x 0,5x 1000)=0,15, sesuai dosis yang direkomendasikan oleh produsen (Novozymes A/S Denmark) yaitu 0,25-0,65 kg per ton pati
d) Suspensi kemudian dilikuifikasi, yaitu memanaskan suspensi pada suhu 95°C-105°C selama 120 menit. Selama proses ini dilakukan pengadukan yaitu dengan menggunakan *magnetic stirer.*
e) Larutan dekstrin yang dihasilkan kemudian didiamkan sampai suhunya turun menjadi 60°C. pH larutan tersebut setelah likuifikasi berkisar antara 5,0-6,0. Larutan deksrin selanjutnya diatur pH-nya antara 4,0-4,5 untuk kondisi optimum enzim amiloglukosidase yaitu dengan menambahkan HCl.

f) Larutan dekstrin ditambahkan enzim amiloglukosidase sebanyak 0,2 ml, sesuai dosis yang direkomendasikan oleh produsen (Genencor International) yaitu 0,40-0,80 kg per ton pati.

g) Kemudian dilakukan proses sakarifikasi yaitu dengan cara menjaga suhunya tetap 60°C selama 24 jam yang dilakukan dengan mengunakan *water bath shaker*.

h) Timbang ragi roti 1%-3% dari kadar gula (2,3 gam dalam satu liter air).

i) Larutkan ragi dalam air hangat secukupnya kemudian diaduk sampai sedikit berbusa. Kemudian tambahkan ragi tersebut dalam larutan gula kemudian tutup rapat. Lakukan fermentasi selama 3-4 hari dan usahakan suhu tidak melebihi 36^{o}C.

j) Sebagai pembanding lakukan pula pekerjaan 8 pada larutan gula 14% (140 gram gula pasir dalam 1 liter air). Lakukan penambahan urea, NPK dan ragi dengan cara yang sama.

k) Ukur kadar alkohol dengan alkoholmeter. Kadar alkohol hasil fermentasi diharapkan mencapai 5-6%.

l) Lakukan distilasi pada suhu 80^{o}C-90^{o}C sehingga etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat dipisahkan.

m) Ukur kadar etanol hasil distilasi dengan alkhol meter. Diharapkan hasil destilasi ini menghasilkan etanol mencapai 90%.

n) Untuk meningkatkan kadar etanol larutkan etanol hasil destilasi dalam kapur tohor kemudian diamkan semalam dan pada esok harinya lakukan desitilasi. Hasil distilasi etanol dapat mencapai kadar 99%.

5) Cara kerja -2

a) Buatlah larutan HCL 0,7N sebanyak 1 liter.

b) Larutkan pati / tepung sebanyak 25% (250 gram pati dilarutkan dalam 1 liter air yang mengandung HCL 0,7N)

c) Lakukan pemanasan dalam pendingin balik selama 1 jam dihitung dari mulai mendidih.
d) Hentikan proses pemanasan kemudian didinginkan sambil pH dinaikan sehingga mencapai pH 4-5
e) Ukur kadar gula pada larutan pati terhidrolisa tersebut dengan hand refraktometer.
f) Lakukan uji benedict untuk membuktikan bahwa sebagian besar pati telah terhidrolisa.
g) Tambahkan urea halus sebanyak 0,5% dari kadar gula (1,15 gram setiap 1 liter) dan NPK halus sebanyak 0,5% dari kadar gula (0,23 gram setiap 1 liter).
h) Timbang ragi roti 1%-3% dari kadar gula (2,3 gam dalam satu liter air).
i) Larutkan ragi dalam air hangat secukupnya kemudian diaduk sampai sedikit berbusa. Kemudian tambahkan ragi tersebut dalam larutan gula kemudian tutup rapat. Lakukan fermentasi selama 3-4 hari dan usahakan suhu tidak melebihi 36 ^{o}C.
j) Sebagai pembanding lakukan pula pekerjaan 8 pada larutan gula 14% (140 gram gula pasir dalam 1 liter air). Lakukan penambahan urea, NPK dan ragi dengan cara yang sama.
k) Ukur kadar alkohol dengan alkoholmeter. Kadar alkohol hasil fermentasi diharapkan mencapai 5-6%.
l) Lakukan distilasi pada suhu 80^{o}C-90^{o}C sehingga etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat dipisahkan.
m) Ukur kadar etanol hasil distilasi dengan alkhol meter. Diharapkan hasil destilasi ini menghasilkan etanol mencapai 90%.
n) Untuk meningkatkan kadar etanol larutkan etanol hasil destilasi dalam kapur tohor kemudian diamkan semalam dan pada esokharinya lakukan desitilasi. Hasil distilasi etanol dapat mencapai kadar 99%.

Lembar pengamatan cara kerja -1

No	Jenis pengamatan	Pengamatan suhu, kenampakan, viskositas	Kadar zat	Volume/ Berat (mL/gram)
1.	Pati tepung			
2.	Pati 25 %			
3.	Pati pH 4-5 setelah pemanasan			
4.	Kadar gula setelah sakarifikasi (terhidrolisa)			
5.	Uji benedict			
6.	Larutan setelah ditambah 0,5% dari kadar pula dan NPK halus 0,5% dari kadar pula			
7.	R agi roti			
8.	Larutan setelah ditambah ragi roti			
9.	Larutan sampel setelah fermentasi 3-4 hari pada suhu 36 ^oC.			
10.	Larutan pembanding			
11.	Kadar alkohol larutan sampel			
12.	Kadar alkohol hasil destilasi			
13.	Alkohol setelah distilasi 1			
14.	Kadar alkohol setelah distilasi 2			

b. Mengasosiasikan Data

1) Hasil pengamatan proses hidrolisis dengan HCl diperoleh larutan dengan endapan dibawahnya. Berkaitan dengan sifat-sifat bahan yang bereaksi, buatlah kajian apa saja yang terdapat pada bagian cair dan bagian endapan.

……

……

……

……

……

2) Fermentasi dalam pembuatan etanol diperoleh produk dengan dua lapisan. Berkaitan dengan sifat-sifat bahan yang bereaksi buatlah kajian apa saja yang terdapat pada bagian cair dan bagian endapan.

……

……

……

……

……

3) Hasil destilasi merupakan campuran antarasi etanol dengan air betulkah jelaskan jawaban anda. Hasil destilasi kedua kadar etanol lebih besar dari pada distilasi pertama jelaskan mengapa demikian.

……

……

……

……

……

4) Seperti anda ketahui, bahan-bahan pembuatan etanol meliputi pati, HCl, ragi, dan lain-lain dan Anda telah memiliki data kebutuhan bahan tersebut . Coba kaitkan data-data tersebut dengan cara membuat suatu diagram alir proses kuantitatif. Diagram alir kuantitatif merupakan diagram alir yang dilengkapi dengan informasi berat bahan setiap tahapan proses. Asumsikan tidak ada bahan yang hilang dalam pembuatan diagram alir tersebut.

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

c. Mengkomunikasikan hasil percobaan

1) Buatlah laporan bercobaan yang ringkas namun jelas (5-8 halaman) dengan out line sebagai berikut:
   a) Halaman sampul memuat judul praktikum, waktu / tanggal praktikum, tempat, anggota kelompok
   b) Daftar isi
   c) Bab I: Pendahuluan (2-3 halaman)
      - Tujuan Percobaan
      - Landasan teori
   d) Bab II: Pelaksanaan (2-3 halaman)
      - Alat dan bahan
      - cara kerja percobaan
      - Lembar pengamatan
   e) Bab III: Hasil dan Pembahasan (2-3 halaman)
   f) Daftar pustaka 1 halaman

2) Presentasikan laporan bercobaan anda dengan jelas dengan aturan sebagai berikut:
   a) satu kelompok presentasi 15 menit dan tanggapan 15 menit (2-3 penanya).
   b) Tetapkan juru bicara, moderator, dan sekretaris, pemberi tanggapan utama dalam kelompok anda.

c) Jika di kelas anda terdapat 4 kelompok maka jika kelompok 1 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 2, jika kelompok 2 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 3, jika kelompok 3 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 4, jika kelompok 4 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 5, dan jika kelompok 5 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 1.

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas

a. Sebutkan minimal 5 kegunaan dari etanol?
b. Bahan apa saja yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol?
c. Apa perbedaan antara etanol, butanol dan propanol ?
d. Apa proses kunci dalam pembuatan etanol ?
e. Dapatkah etanol dibuat dari kertas, dibuat dari jerami atau dibuat dari limbah pabrik gula?
f. Proses sakarifikasi dalam pembuatan etanol dapat dilakukan dengan proses enzimatis dan proses kimia. Mana yang lebih menguntungkan?
g. Jika proses sakarifikasi dengan asam, asam apa saja yang dapat digunakan ?
h. Apa yang mempengaruhi proses fermentasi pada pembuatan etanol?

C. Penilaian

1. Sikap

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap sikap Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran tiga ini meliputi dua hal yaitu sikap ilmiah dan komunikatif.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian sikap yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100
B = Baik = 70 - 79
C = Cukup = 60 - 69
K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Format penilaian Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				
	Total Skor				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Rubrik penilaian sikap ilmiah

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 : Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 : Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 : Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 : kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 : jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

Rubrik Penilaian sikap komunikatif

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek Menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 : Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

2. Keterampilan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap keterampilan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi tuga hal yaitu keterampilan melakukan percobaan, presentasi dan pembuatan laporan.

b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian ketarampilan yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.

c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian

d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian

e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

Keterampilan melakukan percobaan

NO	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	**2**	**3**
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			
	TOTAL			

Aspek yang dinilai			
	1	**2**	**3**
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

Keterampilan melakukan Presentasi

a. Format penilaian presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

b. Rubrik Kriteria penilaian presentasi

1) Kejelasan presentasi

Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2) Pengetahuan

Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3) Penampilan

Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

Keterampilan melakukan membuat laporan

a. Format Penilaian Laporan

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan				
2	Data Pengamatan				
3	Analisis dan kesimpulan				
4	Kerapihan Laporan				

b. Rubrik Kriteria penilaian Laporan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporam hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

3. Pengetahuan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap pengetahuan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu dengan cara menjawab pertanyaan dengan jelas.
b. Selama Anda mengerjakan tes pengetahuan anda dilarang melihat kunci jawaban ataupun naskah modul.
c. Lakukan pemeriksaan jawaban anda dengan mencocokan pekerjaan anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Lakukan pemeriksaan sacara objektif.
d. Berikan nilai 1-4 pada setiap jawaban yang anda buat.
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100
B = Baik = 70 - 79
C = Cukup = 60 - 69
K = Kurang = < 60

Soal tes pengetahuan

a. Bahan apa saja yang dapat digunakan sebagaibahan baku pembuatan etanol?
b. Apa perbedaan antara etanol, butanol dan propanol ?
c. Apa proses kunci dalam pembuatan etanol ?
d. Dapatkah etanol dibuat dari kertas, dibuat dari jerami atau dibuat dari limbah pabrik gula?
e. Proses sakarifikasi dalam pembuatan etanol dapat dilakukan dengan proses enzimatis dan proses kimia. Mana yang lebih menguntungkan?
f. Jika proses sakarifikasi dengan asam, asam apa saja yang dapat digunakan ?
g. Apa yang mempengaruhi proses fermentasi pada pembuatan etanol?

Rubrik kunci jawaban

Skor 1 : jika ada jawaban namun tidak benar,

skor 2 : kalau jawaban setengah benar,

skor 3 : kalau jawaban ¾ benar dan

skor 4 : kalau jawaban benar

Kegiatan Pembelajaran 5. Pembuatan Asam Asetat Skala Laboratorium

A. Deskripsi

Pokok bahasan ini berisikan materi kajian mengenai reaksi kimia dalam sintesis asam asetat skala laboratorium. Proses pembuatan asam asetat meliputi proses khemis dan mikrobiologis. Proses kimia dalam pembuatan asam asetat dilakukan di industri besar dan sulit untuk dilakukan skala laboratorium sehingga hanya kajian teori saja. Sedangkan dalam praktek pembuatan asam asetat skala laboratorium dalam pokok bahasan ini dilakukan secara mikrobiologis.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menerapkan prinsip reaksi kimia dan proses fermentasi dalam pembuatan asam asetat
b. Membuat senyawa asam asetat skala laboratorium

2. Uraian Materi

a. Sejarah Proses

Proses pembuatan cuka sudah dikenal manusia sejak lama melalui proses fermentasi oleh berbagai bakteri penghasil asam asetat karena asam asetat merupakan hasil samping dari pembuatan bir atau anggur. Penggunaan asam asetat sebagai pereaksi kimia juga sudah dimulai sejak lama. Pada abad ke-3 Sebelum Masehi, Filsuf Yunani kuno Theophrastos menjelaskan bahwa cuka bereaksi dengan logam-logam membentuk

berbagai zat warna, misalnya timbal putih (timbal karbonat), dan *verdigris*, yaitu suatu zat hijau campuran dari garam-garam tembaga dan mengandung tembaga (II) asetat.

Mengamati

Berkaitan dengan reaksi pembentukan asetat, Anda ditugaskan mencari informasi melaui studi di perpustakaan, studi literatur di internet dan membaca modul ini. Untuk memudahkan Anda melalukan pengamatan maka Anda diminta untuk mengikuti langkah-langkah berikut.

1) Baca modul uraian materi pada kegiatan pembelajaran 5 yang tentang pembuatan asam asetat skala laboratorium.
2) Buat ringkasan cara pembuatan asam asetat dalam bentuk diagram alir
3) Cari produk asam asetat di laboratorium, tuliskan informasi yang anda pada produk tersebut. Cari produk cuka dapur. Baca dan amati spesifikasi produk.
4) Apa kaitkan antara proses pembuatan asam asetat dengan proses pembuatan etanol?
5) Tuliskan reaksi pembentukan asam asetat.

Bangsa Romawi menghasilkan *sapa*, sebuah sirup yang amat manis, dengan mendidihkan anggur yang sudah asam. *Sapa* mengandung timbal asetat, suatu zat manis yang disebut juga *gula timbal* dan *gula Saturnus*. Akhirnya hal ini berlanjut kepada peracunan dengan timbal yang dilakukan oleh para pejabat Romawi.

Pada abad ke-8, ilmuwan Persia Jabir Ibnu Hayyan menghasilkan asam asetat pekat dari cuka melalui destilasi. Pada masa renaisans, asam asetat glasial dihasilkan dari destilasi kering logam asetat. Pada abad ke-16 ahli

ahli kimia Jerman Andreas Libavius menjelaskan prosedur tersebut, dan membandingkan asam asetat glasial yang dihasilkan terhadap cuka. Ternyata asam asetat glasial memiliki banyak perbedaan sifat dengan larutan asam asetat dalam air, sehingga banyak ahli kimia yang mempercayai bahwa keduanya sebenarnya adalah dua zat yang berbeda. Ahli kimia Prancis Pierre Adet akhirnya membuktikan bahwa kedua zat ini sebenarnya sama.

Pada 1847 kimiawan Jerman Hermann Kolbe mensintesis asam asetat dari zat anorganik untuk pertama kalinya. Reaksi kimia yang dilakukan adalah klorinasi karbon disulfida menjadi karbon tetraklorida, diikuti dengan pirolisis menjadi tetrakloroetilena dan klorinasi dalam air menjadi asam trikloroasetat, dan akhirnya reduksi melalui elektrolisis menjadi asam asetat.

Sejak 1910 kebanyakan asam asetat dihasilkan dari *cairan piroligneous* yang diperoleh dari destilasi kayu. Cairan ini direaksikan dengan kalsium hidroksida menghasilkan kalsium asetat yang kemudian diasamkan dengan asam sulfat menghasilkan asam asetat. Sekarang ini, asam asetat diproduksi baik secara sintetis maupun secara fermentasi bakteri. Produksi asam asetat melalui fermentasi hanya mencapai sekitar 10% dari produksi dunia utamanya produksi cuka makanan. Aturan menetapkan bahwa cuka yang digunakan dalam makanan harus berasal dari proses biologis karena lebih aman bagi kesehatan.

Pembuatan asam asetat sintesis dalam skala industri lebih sering menggunakan metode karbonilasi methanol. Ada dua macam proses pembuatan asam asetat dalam pabrik yakni proses monsanto dan proses cativa. Proses monsanto menggunakan katalis kompleks Rhodium (*cis*−$[Rh(CO)_2I_2]^-$), sedangkan proses cativa menggunakan katalis iridium ($[Ir(CO)_2I_2]^-$)yang didukung oleh ruthenium.

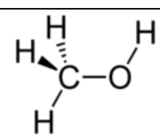
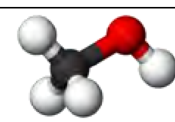
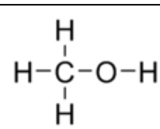
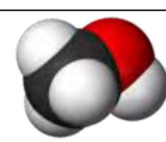
b. Proses pembuatan asam asetat secara kimia

1) Spesifikasi Bahan Baku

Metanol

Metanol, yang juga dikenal sebagai metilalkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimiaCH_3OH. Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam asetat dengan metode karbonilasi methanol.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbondioksida dan air.

Methanol	
	
	
Nama IUPAC Methanol	
Nama lain : hydroxymethane, methyl alcohol, methyl hydrate, wood alcohol, carbinol	
Sifat	
Rumus molekul	CH_3OH
Massa molar	32.04 g/mol
Penampilan	colorless liquid

Densitas	0.7918 g/cm^3, liquid
Titik leleh	–97 °C, -142.9 °F (176 K)
Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
Kelarutan dalam air	Fully miscible
Keasaman (pK_a)	~ 15.5
Viskositas	0.59 mPa·s at 20 °C
Momen dipol	1.69 D (gas)
Bahaya	
Klasifikasi EU	Flammable (F) Toxic (T)
Titik nyala	11 °C

Gambar 21. Struktur kimia dan sifat-sifat fisis metanol

Iodida

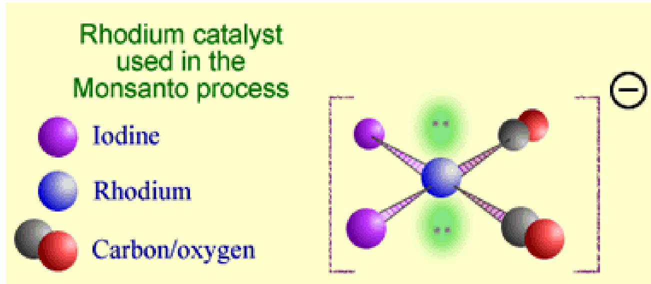
Peran iodida adalah hanya untuk mempromosikan konversi methanol menjadi metil iodide:

$$MeOH + HI \longrightarrow MeI + H_2O$$

Setelah metil iodida telah terbentuk maka diteruskan ke reaktor katalis. Siklus katalitik dimulai dengan penambahan oksidatif metil iodida ke dalam $[Rh(CO)_2I_2]^-$ sehingga terbentuk kompleks $[MeRh(CO)I_3]^-$

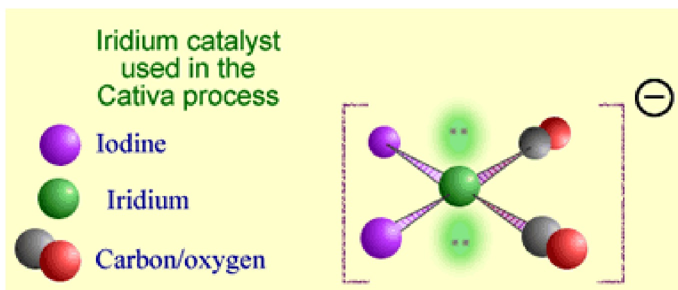
Rhodium (*cis*–$[Rh(CO)_2I_2]^-$)

Rhodium (*cis*–$[Rh(CO)_2I_2]^-$) berperan sebagai katalis dalam proses pembuatan asam asetat dalam skala industri. Katalis ini sangat aktif sehingga akan memberikan reaksi dan distribusi produk yang baik.Struktur katalis kompleksRhodium (*cis*–$[Rh(CO)_2I_2]^-$) dapat dilihat seperti gambar berikut:



<u>Iridium</u> ($[Ir(CO)_2I_2]^-$)

<u>Iridium</u> ($[Ir(CO)_2I_2]^-$) berperan sebagai katalis dalam proses pembuatan asam asetatdalam skala industri.Penggunaan <u>iridium</u> memungkinkan penggunaan air lebih sedikit dalamcampuran reaksi.Struktur katalis <u>kompleks</u>$Ir[(CO)_2I_2]^-$ dapat dilihat seperti gambar berikut:



2) Prinsip Pembuatan

Ada beberapa teknik yang digunakan dalam pembuatan asam asetat, diantaranya ialah; karbonilasi metanol, sintesis gas metan, oksidasi asetaldehida, oksidasi etilena, oksidasi alkana, oksidatif fermentasi, dan anaerob fermentasi.

a) Karbonilisasi metanol

Karbonilisasi methanol merupakan teknik yang umum digunakan dalam produksi industri asam asetat dan menjadi teknik penghasil asam asetat lebih dari 65% dari kapasitasglobal. Dari asam asetat

yang diproduksi oleh industri kimia, 75% diantaranya diproduksi melalui karbonilasi metanol. Sisanya dihasilkan melalui metode-metode alternatif. Kebanyakan asam asetat murni dihasilkan melalui karbonilasi. Dalam reaksi ini, metanol dan karbon monoksida bereaksi menghasilkan asam asetat

$$CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$$

Proses ini melibatkan iodometana sebagai zat antara, dimana reaksi itu sendiri terjadi dalam tiga tahap dengan katalis logam kompleks pada tahap kedua.

(1) $CH_3OH + HI \rightarrow CH_3I + H_2O$

(2) $CH_3I + CO \rightarrow CH_3COI$

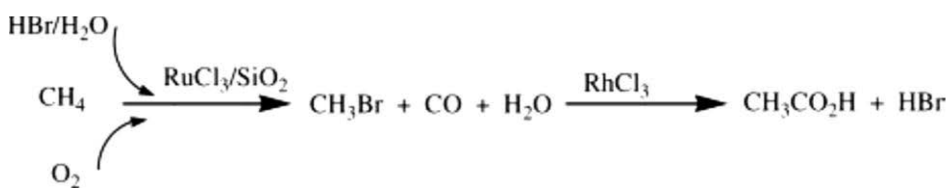
(3) $CH_3COI + H_2O \rightarrow CH_3COOH + HI$

Karbonilasi metanol sejak lama merupakan metode paling menjanjikan dalam produksi asam asetat karena baik metanol maupun karbon monoksida merupakan bahan mentah komoditi. Proses karbonilisasi pertama yang melibatkan perubahan metanol menjadi asam asetat dikomersialisasikan pada tahun 1960 oleh BASF. Pada metode BASF ini digunakan katalis kobalt dengan promotor iodida dalam tekanan yang sangat tinggi (600 atm) dan suhu tinggi (230^{o}C) menghasilkan asam asetat dengan tingkat selektivitas mencapai 90%. Pada tahun 1968, ditemukan katalis kompleks Rhodium, *cis*−$[Rh(CO)_2I_2]^-$ yang dapat beroperasi dengan optimal pada tekanan rendah tanpa produk sampingan. Pabrik pertama yang menggunakan katalis tersebut adalah perusahan kimia AS Monsanto pada tahun 1970, dan metode karbonilasi metanol berkatalis Rhodium dinamakan proses Monsanto dan menjadi metode produksi asam asetat paling dominan. Proses Monsanto berjalan pada tekanan 30-60 atm dan temperatur 150-

200˚C. Proses ini memberikan selektivitas yakni lebih besar dari 99%. Pada era 1990-an, perusahan petrokimia British Petroleum mengkomersialisasi katalis Cativa ($[Ir(CO)_2I_2]^-$) yang didukung oleh ruthenium. Proses Monsanto dapat digantikan dengan proses Cativa, yang merupakan proses serupa menggunakan katalis iridium. Proses Cativa sekarang lebih banyak digunakan karena lebih ekonomis dan ramah lingkungan, sehingga menggantikan proses Monsanto.

b) Sintesis gas metan

Asam asetat disintesis dari metana melalui dua tahap. Tahap pertama, gas metan, bromina dalam bentuk hidrogen bromida (40 wt% HBr/H_2O) dan oksigen direaksikan dengan menggunakan katalis Ru/SiO_2 menghasilkan CH_3Br dan CO. Tahap kedua CH_3Br dan CO direaksikan lagi dengan H_2O dengan bantuan katalis $RhCl_3$ menghasilkan asam asetat dan asam bromida. Mekanisme reaksinya dapat ditunjukkan:



c) Oksidasi Hidrokarbon (n-butana) dan oksidasi asetaldehida fase cair

Sebelum komersialisasi proses Monsanto, kebanyakan asam asetat diproduksi melalui oksidasi asetaldehida. Namun, metode manufaktur ini masih yang paling penting, meskipun tidak sekompetitif dengan metode karbonilisasi metanol.Dalam produksi asetaldehida dapat dihasilkan melalui oksidasi dari butana atau nafta ringan, atau hidrasi dari etilena. Ketika butana atau cahaya

nafta dipanaskan dengan udara di hadapan berbagai logam ion, termasuk mangan, kobalt dan kromium; peroksida bentuk dan kemudian membusuk untuk menghasilkan asam asetat sesuai dengan persamaan kimia:

$$2C_4H_{10} + 5O_2 \rightarrow 4CH_3COOH + 2H_2O$$

Dalam reaksi ini dijalankan pada suhu dan tekanan yang tinggi namun tetap menjaga butana dalam keadaan cair. Tipikal kondisi reaksinya ialah pada temperature 150°C, tekanan 55 atm dan yield 70-80 %. Produk sampingan mungkin juga terbentuk termasuk butanone, etil asetat, asam format, dan asam propionat. Produk sampingan ini juga bernilai komersial, dan kondisi-kondisi reaksi dapat diubah untuk menghasilkan lebih banyak dari mereka jika ini bermanfaat secara ekonomis. Namun, pemisahan asam asetat dari produk tersebut dapat menambah biaya proses. Di bawah kondisi yang sama dan menggunakan sejenis katalis sebagaimana digunakan untuk oksidasi n-butana, asetaldehida dapat dioksidasi oleh oksigen di udara untuk menghasilkan asam asetat (Prosen Hoescht AG)

$$2CH_3CHO + O2 \rightarrow 2CH_3COOH$$

Dengan menggunakan katalis modern, reaksi ini dapat menghasilkan asam asetat lebih besar dari 95%. Produk sampingan utama adalah etil asetat, asam formatdan formaldehida, yang semuanya memilki titik didih yang lebih rendah dari asam asetat sehingga dapat dipisahkan dengan teknik destilasi.

d) Oksidasi alkana

Dalam metode ini asam asetat dibuat dari etilena dengan melalui proses Wacker menghasilkan asetaldehida dan kemudian dioksidasi seperti dalam metode oksidasi asetaldehida menghasilkan asam asetat. Teknik ini dikembangkan oleh perusahaan kimia Showa Denko yang membuka pabrik etilen oksidasi di Oita, Jepang, pada tahun 1997. Proses ini dikatalisis oleh paladium didukung katalis logam pada heteropoly asam seperti asam tungstosilicic.

c. Proses pembuatan asam asetat secara mikrobiologis

1) Fermentasi aerob (Oksidatif)

Dalam sejarah manusia, asam asetat dalam bentuk cuka, telah dibuat melalui metode fermentasi dengan bantuan bakteri asam asetat dari genus *Acetobacter.*Dengan membutuhkan sedikit oksigen, bakteri ini dapat menghasilkan cuka dari berbagai bahan makanan beralkohol. Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan makanan termasuk apel, anggur, dan fermentasi biji-bijian, gandum, beras, atau kentang mashes. Reaksi kimia keseluruhan difasilitasi oleh bakteri ini adalah:

$$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

Sebuah larutan alkohol dimasukan dalam reaktor dehodrogenasi dan diinokulasi dengan *Acetobacter* sehingga dalam beberapa bulan kemudian akan menjadi cuka. Dalam industry, proses pembuatan cuka akan berlangsung cepat dengan meningkatkan pasokan oksigen ke bakteri.

2) Fermentasi Anaerob

Metode ini menggunakan bakteri anaerob, termasuk anggota dari genus *Clostridium,* yang dapat mengubah gula menjadi asam asetat secara

langsung, tanpa menghasilkan etanol sebagai produk perantara. Reaksi kimia secara keseluruhan dilakukan oleh bakteri ini bisa direpresentasikan sebagai:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_3COOH$

Hal yang menguntungkan dari penggunaan metode ini dalam sudut pandang kimia industri ialah bakteri acetogenic ini dapat menghasilkan asam asetat dari satu senyawa karbon, seperti metanol, karbon monoksida, atau campuran karbon dioksida dan hidrogen. Reaksinya dapat dituliskan:

$2CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_3COOH + 2H_2O$

Karena *Clostridium* dapat mengubah gula secara langsung menghasilkan asam asetat maka dapat menekan biaya produksi dalam artian penggunaan metode ini lebih efisien jika dibandingkan dengan metode oksidasi etanol dengan bantuan bakteri *Acetobacter.* Namun, yang menjadi kendala ialah bakteri *Clostridium* kurang toleran terhadap asam dibandingkan dengan *Acetobacter* sehingga ketika asam asetat terbentuk maka bakteri *Clostridium* akan mengalami gangguan pertumbuhan yang dapat menyebabkan kematian. Bahkan yang paling toleran asam-strain *Clostridium* cuka hanya dapat menghasilkan beberapa persen asam asetat, dibandingkan dengan strain *Acetobacter* cuka yang dapat menghasilkan hingga 20% asam asetat. Saat ini, penggunaan *Acetobacter* lebih efektif untuk memproduksi asam asetat dibandingkan memproduksi asam asetat dengan menggunakan *Clostridium*. Akibatnya meskipun bakteri acetogenic telah dikenal sejak 1940, penggunaannya dalam industri tetap dibatasi.

3) Proses pembuatan vinegar secara fermentasi

Asam asetat merupakan salah satu produK industri yang banyak dibutuhkan di Indonesia. Asam asetat dapat dibuat dari substrat yang mengandung alkohol, yang diperoleh dari berbagai macam bahan seperti buah buahan, kulit nanas, pulp kopi, dan air kelapa. Hasil dari fermentasi asam asetat sering disebut sebagai vinegar yang berarti *sour wine*. Vinegar berasal dari bahasa Perancis, *vindiger (vin=wine, digger=sour).* Pada saat ini cuka atau vinegar dibuat dari bahan kaya gula seperti buah anggur apel, nira kelapa, malt, gula sendiri seperti sukrosa dan glukosa, dimana pembuatannya melibatkan proses fermentasi alokohol dan fermentasi asetat secara berimbang.

Komposisi vinegar tergantung dari bahan baku, proses fermentasi menjadi alkohol dan fermentasi alkohol menjadi asam cuka, serta penyimpanan. Dari *Food and Drugs Administrator (FDA) USA*, definisi vinegar sebagai berikut: vinegar, cider vinegar, aplle vinegar dibuat dari jus apel yang difermentasikan menjadi alkohol dan difermentasikan lebih lanjut menjadi asam cuka. Asam cuka mengandung 4 gr vinegar dalam 100 ml, 20 ^{0}C. Wine vinegar, grape vinegar sama dengan diatas hanya bahan bakunya dari anggur. Selain itu, ada yang disebut malt vinegar, sugar vinegar dan glukosa vinegar.

Dalam proses fermentasi asetat memerlukan pembiakan murni Acetobacter yang disebut juga dengan starter. Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan dengan biakan murni. Starter baru dapat digunakan 8 hari setelah diinokulasikan dengan biakan murni. Pemakaian starter tidak diizinkan terlalu banyak karena tidak ekonomis.

Asam asetat dapat dihasilkan dari senyawa C_2H_5OH (etanol) atau buah buahan yang mengandung senyawa tersebut melalui proses oksidasi

biologis yang menggunakan mikroorganisme. Etanol dioksidasikan menjadi acetaldehid dan air. Asetaldehid dihidrasi yang kemudian dioksidasi menjadi asam asetat dan air.

Bakteri asam asetat dapat menggunakan oksigen sebagai penerima elektron, urutan reaksi oksidasi biologis mengikuti pemindahan hidrogen dari substrat etanol. Enzim etanol dehidrogenase dapat melakukan reaksi ini karena mempunyai seistem sitokhrom yang menjadi kofaktornya. Bakteri bakteri asam asetat, khususnya dari genus Acetobacter adalah mikroorganisme aerobik yang mempunyai enzim intraselular yang berhubungan dengan sistem bioksidasi mempergunakan sitokhrom sebagai katalisatornya.

$$CH_3CH_2OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{oksidasi} CH_3CHO + H_2O$$

$$CH_3CHO + H_2O \xrightarrow{hidrasi} CH_3CH(OH)_2$$

$$CH_3CH(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{oksidasi} CH_3COOH + H_2O$$

Gambar 22. Reaksi proses perubahan etanol menjadi asam asetat

Acetobacter, merupakan yang digunakan dalam generator vinegar kecuali A. Xylinum dan beberapa spesies lain yang dapat mengoksidasi asam asetat menjadi CO2 dan air. Lebih dari 200 spesies dari varian genus Acetobacter dapat menghasilkan asam asetat.

Agar start dari jus tomat dalam tabung tertutup. Medium disterilisasi dalam autoclave kemudian didinginkan dalam posisi miring kemudian spesial both starter ditambahkan untuk kira kira sepertiga dari *slant both*. Slant both merupakan larutan nitrogen dari dekstrosa, etanol, asam asetat, diphospor. Inokulasi dibuat dari culture stock atau vinegar

dengan menggunakan kawat yang digesekkan pada agar slant, inkubasikan pada 30 °C sehingga terjadi perkembangan yang baik. Setelah itu disimpan pada suhu 5- 10 °C. Biakan ini diambil tiap bulan untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

Agar jus tomat diletakkan dalam cawan petri dan ditandai. Biakkan ini dimasukkan dalam plate dengan menggunakan batang glass steril yang dibengkokkan dengan gerakan melingkar ± 5 kali putaran meliputi seluruh plate. Plate lalu diletakkan dalam keadaan terbalik dalam wadah polyetilen dan diikat dengan karet dan diinkubasikan pada suhu 28 °C selama 48 jam atau sampai kelihatan perkembangan koloninya. Jenis koloni yang dapat tersebar dengan baik diumpankan pada slant dan diinkubasikan 48 jam.

Walaupun bakteri vinegar dapat hidup pada kondisi alami dari kebun buah, biakkan pada kondisi ini cenderung mati lebih cepat, bahkan pendinginan 5-10 °C bakteri tidak dapat hidup. Biakan normal akan diambil tiap bulan. Perkembangan diproses *typyle zaration,* biakan dapat dijaga selama beberapa waktu tanpa harus dipindahkan. Biakan ini dapat hidup 2-5 tahun walau ada biakan yang tahan 20 tahun.

4) Faktor Faktor yang diperhatikan dalam pembuatan vinegar (Asam Asetat)

a) Pemilihan mikroba

Bakteri yang dapat memenuhi syarat yaitu yang produktivitasnya tinggi dan mempunyai rasa enak. Sebagai contoh *Bacterium schutzen bachil* / *Baterium cuvrum* biasanya dipakai untuk memproduksi asam cuka biasanya dipakai asam cuka dari etanol dengan quick vinegar process, sedang *Bacteruim orleanense* pada proses Orleans (proses lambat)

b) Kualitas bahan dasar

Sebagai bahan dasar adalah semua bahan yang dapat difermentasikan menjadi alkohol.bisa dari jus buah buahan seperti buah apel, anggur, jeruk, bahan bahan bergula, beer, anggur/ wine.

c) Fermentasi oleh yeast

Sebelum fermentasi asam cuka, gula yang berasal dari bahan dasar difermentrasikan menjadi alkohol, sehingga yeast yang dipakai harus diseleksi, demikian juga faktor faktor yang mempengaruhi selama fermentasi menjadi alkohol harus diperhatikan.

d) Keasaman

Kadar alkohol terbaik dan dapat segera difermentasikan 10-13%. Bila kadar alkohol 14% atau lebih maka oksidasi alkohol menjadi asam cuka tidak atau kurang sempurna sebab perkembangan bakteri asam cuka terhambat. Sedang bila kadar alkohol rendah mungkin akan banyak vinegar yang hilang bahkan pada konsentrasi alkohol 1-2% ester dan asam cuka akan dioksidasi yang mengakibatkan hilangnya aroma dan flavor(aroma dan flavor menjadi jelek).

e) Oksigen

Proses fermentasi asam cuka menjadi alkohol adalah proses oksidasi maka perlu diaerasi seperti ditunjukan pada reaksi berikut.

$$CH_3CH_2OH + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3CHO + H_2O$$

Etanol *asetaldehida*

$$CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3COOH$$

Asetaldehida *Asam asetat*

f) Supporting medium/ bahan penyangga

Bahan penyagga ini dimaksudkan untuk memperluas permukaan yang berhubungan dengan udara serta tempat melekatnya koloni bakteri bakteri asam cuka sehingga proses fermentasinya menjadi lebih cepat. Sebagai bahan penyangga dapat dipakai chips/ pasahan/ tatal kayu, arang, ranting anggur, tongkol jagung, dan sebagainya. Bahan penyangga tersebut tidak boleh bersifat racun, serta tidak boleh mengandung besi, tembaga, sulfur, atau ion ion lainnya yang mempengaruhi vinegar.

g) Suhu

Suhu selama fermentasi mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam cuka. Bila suhu: 12-15 ^{o}C : pertumbuhan bakteri lambat, sel-selnya menjadi gemuk, pendek, bila suhu 42-45 ^{o}C : sel bakteri akan memanjang membentuk semacam mycelium yang tidak bersekat dan bila suhu15-34 ^{o}C : pertumbuhan sel normal dan cepat. Untuk fermentasi asam cuka suhu yang paling sesuai 26,7-29,4 ^{o}C, apabila suhu rendah fermentasi akan berjalan lambat sedang bila suhu tinggi akan banyak alkohol yang menguap bersama-sama dengan bahan bahan volatile yang membentuk flavor dan aroma dari asam cuka, sehingga asam cuka yang dihasilkan akan mempunyai flavor ataupun aroma yang kurang sedap/ enak.

d. Proses pembuatan asam asetat melalui elektrolisis etanol (Elektrosintesis)

Elektro oksidasi etanol menjadi asam asetat menggunakan kawat elektroda platinum dan media asam. Platinum (Pt) dikenal sebagai logam inert dan katalis yang kuat untuk reaksi elektrokimia pada umumnya. Banyak

komponen yang dapat teradsorpsi pada permukaan adsorpsi Pt dan hidrogen. Mekanisme reaksinya ialah:

$$C_2H_5OH + Pt(H_2O) \longrightarrow Pt\,(C_2H_5OH) + H_2O$$

$$PtC_2H_5OH + Pt \xrightarrow{-xH^+,\ -xe^-} Pt\,(CO) + Pt(res)$$

$$Pt(C_2H_5OH) \longrightarrow Pt\,(CH_3CHO) + 2H^+ + 2e^-$$

$$Pt(H_2O) \longrightarrow Pt\,(OH) + H^+ + e^-$$

$$Pt\,(CH_3CHO) + Pt\,(OH) \longrightarrow CH_3COOH + H^+ + e^- + 2\,Pt$$

Gambar 23. Reaksi pembentukan asam asetat melalui proses elektrolisis

e. Spesifikasi Produk

Asam asetat berupa cairan tak berwarna dengan rumus kimia $C_2H_4O_2$. Memiliki titik leleh 62,06°F (16,7°C) dan mendidih pada suhu 44,4°F (118°C), kerapatan (massa jenis) 1,049g/mL pada suhu 25^{o}C dan titik nyala (*flash point)* 39^{0}C. Dalam konsentrasi tinggi, asam asetat bersifat korosif, memiliki bau tajam dan dapat menyebabkan luka bakar pada kulit.

Atom hidrogen (H) pada guguskarboksil (−COOH) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion H^+ (proton), sehingga memberikan sifat asam. Asam asetat adalah asam lemah monoprotik dengan nilai pK_a=4.8. Basa konjugasinya adalah asetat (CH_3COO^-). Sebuah larutan 1.0 M asam asetat (kira-kira sama dengan konsentrasi pada cuka rumah) memiliki pH sekitar 2,4.

Struktur kristal asam asetat menunjukkan bahwa molekul-molekul asam asetat berpasangan membentuk dimer yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen. Dimer juga dapat dideteksi pada uapbersuhu 120°C. Dimer juga terjadi pada larutan encer di dalam pelarut tak-berikatan-hidrogen, dan kadang-kadang pada cairan asam asetat murni Dimer dirusak dengan

adanya pelarut berikatan hidrogen (misalnya air). Entalpi disosiasi dimer tersebut diperkirakan 65.0–66.0 kJ/mol, entropi disosiasi sekitar 154–157 J mol^{-1} K^{-1}.

Asam asetat bersifat korosif terhadap banyak logam seperti besi, magnesium, dan seng, membentuk gas hidrogen dan garam-garam asetat (disebut *logam asetat*). Logam asetat juga dapat diperoleh dengan reaksi asam asetat dengan suatu basa. Contohnya adalah soda kue (Natrium bikarbonat) bereaksi dengan cuka. Hampir semua garam asetat larut dengan baik dalam air. Contoh reaksi pembentukan garam asetat:

$$Mg(s) + 2\ CH_3COOH(aq) \rightarrow (CH_3COO)_2Mg(aq) + H_2(g)$$
$$NaHCO_3(s) + CH_3COOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

Asam asetat mengalami reaksi-reaksiasam karboksilat, misalnya menghasilkan garam asetat bila bereaksi dengan alkali, menghasilkan logam etanoat bila bereaksi dengan logam, dan menghasilkan logam etanoat, air dan karbondioksida bila bereaksi dengan garam karbonat atau bikarbonat. Reaksi organik yang paling terkenal dari asam asetat adalah pembentukan etanol melalui reduksi, pembentukan turunan asam karboksilat seperti asetil klorida atau anhidrida asetat melalui substitusi nukleofilik.

Nama sistematis	: Asam etanoat, Asam asetat
Nama alternatif	: Asam metanakarboksilat
Asetil hidroksida	: (AcOH)
Hidrogen asetat	: (HAc) Asam cuka
Rumus molekul	: CH_3COOH
Massa molar	: 60.05 g/mol
Densitas dan fase	: 1.049 g cm^{-3}, cairan 1.266 g cm^{-3}, padatan
Titik lebur	: 16.5 °C (289.6 ± 0.5 K) (61.6 °F)
Titik didih	: 118.1 °C (391.2 ± 0.6 K) (244.5 °F)
Penampilan	: Cairan tak berwarna atau kristal
Keasaman (pKa)	: 4.76 pada 25°C

f. Kegunaan Asam Asetat

Asam asetat digunakan sebagai pereaksi untuk menghasilkan berbagai senyawa kimia. Sebagian besar (40-45%) dari asam asetat di dunia digunakan sebagai bahan untuk memproduksi monomervinil asetat (*vinyl acetate monomer*, VAM). Selain itu asam asetat juga digunakan dalam produksi anhidrida asetat dan juga ester. Penggunaan asam asetat lainnya, termasuk penggunaan dalam cuka relatif kecil.

Tugas Menanya

Buatlah pertanyaan tertulis setelah anda mengerjakan tugas membaca uraian materi pada modul pokok bahasan lima (5) dan anda juga telah mengerjakan tugas mengamati proses pembuatan asam asetat. Pertanyaan yang Anda buat harus jelas dan berkaitan dengan pejelasan teori baik prinsip, konsep maupun fakta atau suatu prosedur yang anda belum jelas setelah membaca urian materi. Beberapa pertanyaan yang anda dapat sampaikan misalnya sebagai berikut.

a. Mengapa kita perlu mempelajari sintesis pembuatan asam asetat ?
b. Pembuatan asam asetat termasuk reaksi adisi, eliminasi atau subtitusi?
c. Apa fungsi asam asetat dalam kehidupan sehari-hari?
d. Apa fungsi asam asetat dalam laborotirum?
e. Proses pembuatan asam asetat mana yang dapat dilakukan untuk skala laboratorium apakah proses fermentasi atau proses kimia?
f. Mengapa proses pembuatan asam asetat secara fermentasi merupakan lanjutan dari proses pembuatan alkohol?
g. Apa yang menjadi ciri dari proses pembuatan asam asetat secara fermentasi berhasil?
h. Mengapa pemisahan asam asetat harus dilakukan dalam proses pembuatan asam asetat secara fermentasi bukannya semakin lama fermentasi asam asetat yang terbentuk semakin besar?

Pertanyaan yang diajukan

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

3. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

……

……

……

……

……

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

....

....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

....

....

4. Tugas

a. Tugas Mengumpulkan Informasi / Melakukan percobaan pembuatan cuka secara fermentasi.

Praktek -1

1) Tujuan : membuat asam asetat secara fermentasi

2) Bahan dan Alat

Bahan

a) Air legen (starter as.asetat)
b) Sari buah / jus buah-buahan
c) Alkohol (etanol)
d) Indikator PP
e) Vinegar
f) NaOH

Alat

a) Labu Erlenmeyer
b) Gelas ukur
c) Beaker glass
d) Buret,statif,klem
e) Aerator
f) Pipet tetes
g) Autoclave
h) Pengaduk

3) Cara Kerja

a) Pembuatan Starter
   - Sterilisasi alat dengan menggunakan autoclave

- Air legen dipanaskan dalam beakerglas pada suhu 60 derajat Celsius selama 30 menit, kemudian didinginkan hingga suhu 30 derajat Celsius
- Tambahkan glukosa anhidrit, alkohol kedalamnya sesuai dengan takaran, atur pH=7 dengan menggunakan etanol dan NaOH
- Masukkan ke dalam erlenmeter,tutup rapat menggunakan alumunium oil,pasang selang aerator
- Lakukan aerasi selama seminggu

b) Pembuatan Asam Asetat

- Mengukur volume sari buah, alkohol,vinegar dan startert sesuai dengan variabel
- Menambahkan alkohol dan vinegar ke dalam sari buah sebagai media fermentasi
- Mengatur pH fermentasi sesuai dengan variabel
- Mencampurkan starter ke dalam media sesuai dengan variabel
- Mengukur volume awal,densitas awal,serta kadar asam awal dengan titrasi asam basa (catat volume titran)

Praktek -2

1) Tujuan : membuat asam asetat secara fermentasi

2) Bahan dan Alat

Bahan

a) Sari buah / jus buah
b) Alkohol (etanol)
c) Indikator PP
d) Ragi roti
e) Bakteri asam asetat (Acetobakter aceti)

Alat

a) Labu Erlenmeyer
b) Gelas ukur
c) Gelas kimia
d) Buret,
e) statif,
f) klem
g) Aerator
h) Pipet tetes
i) Autoclave
j) Pengaduk

3) Cara Kerja

a) Buatlah sari buah dari apel, nanas, atau buah yang lain;
b) Ukur kadar gula dengan hand refraktometer jika kadar gula kurang dari 25% maka tambahkan gula pasir.
c) Tambahkan ragi tape atau ragi roti pada jus / sari buah sekitar 1-2% dari berat sari buah.
d) Lakukan fermentasi selama 3 hari pada kondisi an aerob (kondisi tertutup). Sebagian jus buah terfermentasi menjadi etanol (11-13% alkohol) setelah beberapa hari.
e) Ukur kadar gula Etanol pada sari buah yang telah difermentasi. Kadar etanol yang bagus selama fermentasi 11-13%.
f) Jika kadar etanol kurang dari 11-13 % tambahkan etanol teknis sehingga kadar etanol bahan yang diferermentasikan mencapai kadar tersebut
g) Lakukan fermentasi etanol menjadi asam asetat dengan melakukan aerasi (pengadukan) pada kondisi terbuka. Lakukan pengadukan dengan kecepatan rendah sekitar 100 rpm.

h) Bakteri vinegar di permukaan larutan yang membentuk lapisan agar-agar tipis mengubah etanol menjadi asam asetat atau vinegar (asetifikasi).
i) Proses ini memerlukan temperatur 21- 29 ^{o}C.
j) Jatuhnya lapisan tipis agar-agar dari bakteri vinegar akan memperlambat asetifikasi. Permasalahan ini bisa dicegahdengan memasang lapisan yang dapat mengapungkan lapisan tipis agar-agar dari bakteri vinegar.
k) Ukur pH larutan yang dihasilkan. pH cuka yang dihasilkan sekitar pH 2,4.

b. Mengasosiasikan Data

Hasil pengamatan proses pembuatan asam asetat skala laboratorium menunjukkan terjadi perubahan fisis maupun kimia terhadap bahan.

1) Air legen setelah ditambahkan glukosa anhidrit, alkohol kedalamnya dan diatur pada pH=7 diaerasi selama satu minggu terjadi perubahan ……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
yang menunjukkan bahwa sudah terbentuk stater bakteri asam asetat
2) Sari buah ditambahkan alkohol, dan stater bakteri asam asetat kemudian diinkubasikan selama satu minggu dengan pemberian aerasi selama proses fermentasi akan terjadi pembentukan asam asetat sebanyak…………..%. dengan sifat-sifat ………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

3) Hasil percobaan dibandingkan antar kelompok menunjukan ……………………………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………………

Dengan demikian faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses fermentasi pembentukan asam asetat adalah ………………………………………… ……………………………………………………………………………………………………… ……………………………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………………

c. Mengkomunikasikan hasil percobaan

1) Buatlah laporan bercobaan yang ringkas namun jelas (5-8 halaman) dengan out line sebagai berikut:
   a) Halaman sampul memuat judul praktikum, waktu / tanggal praktikum, tempat, anggota kelompok
   b) Daftar isi
   c) Bab I: Pendahuluan (2-3 halaman)
      - Tujuan Percobaan
      - Landasan teori
   d) Bab II: Pelaksanaan (2-3 halaman)
      - Alat dan bahan
      - cara kerja percobaan
      - Lembar pengamatan
   e) Bab III: Hasil dan Pembahasan (2-3 halaman)
   f) Daftar pustaka 1 halaman

2) Presentasikan laporan bercobaan anda dengan jelas dengan aturan sebagai berikut:
   a) satu kelompok presentasi 15 menit dan tanggapan 15 menit (2-3 penanya).

b) Tetapkan juru bicara, moderator, dan sekretaris, pemberi tanggapan utama dalam kelompok anda.

c) Jika di kelas anda terdapat 4 kelompok maka jika kelompok 1 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 2, jika kelompok 2 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 3, jika kelompok 3 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 4, jika kelompok 4 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 5, dan jika kelompok 5 presentasi maka pemberi tanggapan utama kelompok 1.

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas

a. Pembuatan asam asetat termasuk reaksi adisi, eliminasi atau subtitusi?
b. Apa fungsi asam asetat dalam kehidupan sehari-hari?
c. Apa fungsi asam asetat dalam laborotirum?
d. Proses pembuatan asam asetat mana yang dapat dilakukan untuk skala laboratorium apakah proses fermentasi atau proses kimia?
e. Mengapa proses pembuatan asam asetat secara fermentasi merupakan lanjutan dari proses pembuatan alkohol?
f. Apa yang menjadi ciri dari proses pembuatan asam asetat secara fermentasi berhasil?
g. Mengapa pemisahan asam asetat harus dilakukan dalam proses pembuatan asam asetat secara fermentasi bukannya semakin lama fermentasi asam asetat yang terbentuk semakin besar?
h. Jelaskan proses pembuatan asam aseatat secara fermentasi an aerob ?

C. Penilaian

1. Sikap

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap sikap Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran tiga ini meliputi dua hal yaitu sikap ilmiah dan komunikatif.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian sikap yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100
B = Baik = 70 - 79
C = Cukup = 60 - 69
K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

a. Format penilaian Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				
	Total Skor				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Rubrik penilaian sikap ilmiah

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 : Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 : Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 : Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 : jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 : kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 : jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Rubrik Penilaian sikap komunikatif

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				
	Total Skor				

Total maksimum skor : 24

Total skor diperoleh : …………

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai = ……………………………..

Predikat = ……………………………

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek Menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif

Skor 1 : Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

2. Keterampilan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap keterampilan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu ini meliputi tuga hal yaitu keterampilan melakukan percobaan, presentasi dan pembuatan laporan.
b. Gunakan format penilaian berikut untuk melakukan penilaian ketarampilan yang dimaksud dengan cara memberikan nilai 4 , 3, 2, dan 1 pada kolom yang tersedia.
c. Anda hanya diperbolehkan memberikan salah satu skor penilaian pada setiap aspek penilaian
d. Dalam pemberian skor 4, 3, 2, 1 dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang tertuang di bawah format penilaian
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

g. Anda harus minimal memperoleh nilai sikap Baik. Apabila anda memperoieh nilai cukup atau kurang konsultasikan pada guru anda agar anda mendapatkan bimbingan lebih intensif.

Keterampilan melakukan percobaan

NO	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	**2**	**3**
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			
	TOTAL			

Aspek yang dinilai			
	1	2	3
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

Keterampilan melakukan Presentasi

a. Format penilaian presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

b. Rubrik Kriteria penilaian presentasi

1) Kejelasan presentasi

Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 : istematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2) Pengetahuan

Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas

Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas

Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3) Penampilan

Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu

Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu

Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

Keterampilan melakukan membuat laporan

a. Format Penilaian Laporan

No	Aspek	Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan				
2	Data Pengamatan				
3	Analisis dan kesimpulan				
4	Kerapihan Laporan				

b. Rubrik Kriteria penilaian Laporan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporam hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan

No	Aspek	Skor Penilaian			
		4	3	2	1
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

3. Pengetahuan

Petunjuk penilaian

a. Lakukan penilaian diri terhadap pengetahuan Anda selama mengikuti pembelajaran pada kegiatan pembelajaran satu dengan cara menjawab pertanyaan dengan jelas.
b. Selama Anda mengerjakan tes pengetahuan anda dilarang melihat kunci jawaban ataupun naskah modul.
c. Lakukan pemeriksaan jawaban anda dengan mencocokan pekerjaan anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Lakukan pemeriksaan sacara objektif.
d. Berikan nilai 1-4 pada setiap jawaban yang anda buat.
e. Hitung perolehan sikap ilmiah dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

f. Tentukan predikat penilaian dengan menggunakan kreteria berikut:

SB = Sangat Baik = 80 - 100

B = Baik = 70 - 79

C = Cukup = 60 - 69

K = Kurang = < 60

Soal tes pengetahuan

a. Pembuatan asam asetat termasuk reaksi adisi, eliminasi atau subtitusi?
b. Apa fungsi asam asetat dalam kehidupan sehari-hari?
c. Apa fungsi asam asetat dalam laborotirum?
d. Proses pembuatan asam asetat mana yang dapat dilakukan untuk skala laboratorium apakah proses fermentasi atau proses kimia?
e. Mengapa proses pembuatan asam asetat secara fermentasi merupakan lanjutan dari proses pembuatan alkohol?
f. Apa yang menjadi ciri dari proses pembuatan asam asetat secara fermentasi berhasil?
g. Mengapa pemisahan asam asetat harus dilakukan dalam proses pembuatan asam asetat secara fermentasi bukannya semakin lama fermentasi asam asetat yang terbentuk semakin besar?
h. Jelaskan proses pembuatan asam aseatat secara fermentasi an aerob ?

Rubrik kunci jawaban

Skor 1 : jika ada jawaban namun tidak benar,

skor 2 : kalau jawaban setengah benar,

skor 3 : kalau jawaban ¾ benar dan

skor 4 : kalau jawaban benar

III. PENUTUP

Buku teks kimia organik satu ini disusun berdasarkan kurikulum SMK tahun 2013 dengan beberapa ciri diantaranya adalah strategi pembelajaran saintifik, penilaian autentik, dan pendekatan pembelajaran vokasional dan integratif dari sikap, pengetahuan dan keterampilan. Empat kompetensi inti terdiri dari pembentukan sikap religi, pembentukan sikap sosial, pengembangan pengetahuan dan pengembangan keterampilan merupakan pendekatan yang integratif dalam buku teks ini.

Dengan disusunnya buku teks siswa Kimia Organik 1 kami berharap dapat membantu siswa dalam menguasai kompetensi dasar baik kompetensi dasar yang dari kompetensi inti tiga maupun empat. Buku ini merupakan edisi pertama sehingga masih jauh dari sempurna oleh karena itu diharapkan sekolah dapat melakukan pengembangan secara mandiri sesuai dengan kebutuhan sekolah tanpa menguarangi kompetensi dasar yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Day, R.A, and Underwood, 1990, *Kimia Analisis Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta.

Jones Jone H., *The Cativa Process For The Manufacture Plant Of Acetic Acid Iridium Catalyst Improves Productivity In An Established Industrial Process*. BP Chemicals Ltd**.,** Hull Research &Technology Centre, Salt End, Hull HU12 8DS, U.K

Fessenden R dan fessenden J., 1986. Kimia Organik . University of Montana. Alih Bahasa Aloy Hadyana Pudjatmaka. Erlengga Jakarta.

Ratna Ediati, 2008. Kimia Untuk SMK. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhaedi, 1989, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.

Perry. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 1999. McGraw-Hill. Amerika

Pine S H., J B. Hendrickson, D J Cram dan G S. Hammond. 1988. Kimia Organik. ITB Bandung.

Zulfikar 2008. Kimia Kesehatan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Roth J. F.*The Production of Acetic Acid Rhodium CatalysedCarbonylationOf Methanol.* Monsanto Co., St. Louis, Missouri

Winarno, F.G, 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta